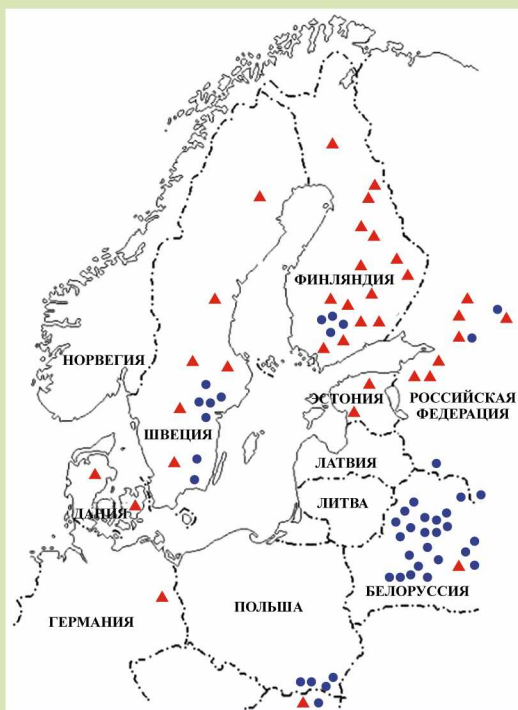


Л. В. Ветчинникова, А. Ф. Титов

# КАРЕЛЬСКАЯ БЕРЕЗА: ареал и ресурсы



Министерство науки и высшего образования  
Российской Федерации  
Федеральный исследовательский центр  
«Карельский научный центр Российской академии наук»  
Институт леса КарНЦ РАН  
Институт биологии КарНЦ РАН  
Отдел комплексных исследований КарНЦ РАН

**Л. В. Ветчинникова, А. Ф. Титов**

## **КАРЕЛЬСКАЯ БЕРЕЗА: АРЕАЛ И РЕСУРСЫ**

*Учебное пособие*

Петрозаводск  
2020

УДК 582.632.1:581.9:581.5(075)

ББК 28.5я7

В39

**Рецензенты:**

доктор биологических наук А. М. Крышень

доктор биологических наук Г. С. Антипина

*Работа осуществлялась из средств федерального бюджета в рамках выполнения государственного задания ФИЦ «Карельский научный центр РАН» (Институт леса КарНЦ РАН, Институт биологии КарНЦ РАН и Отдел комплексных научных исследований КарНЦ РАН).*

**Ветчинникова Л. В., Титов А. Ф.**

В39 Карельская береза: ареал и ресурсы : учебное пособие / Л. В. Ветчинникова, А. Ф. Титов. – Петрозаводск : КарНЦ РАН, 2020. – 59 с. : ил. 17, табл. 11. Библиогр. 30 назв.

ISBN 978-5-9274-0888-7

В учебном пособии кратко охарактеризованы природно-климатические условия Республики Карелия, а также приведены подробные данные о распространении и местобитаниях карельской березы – уникального представителя аборигенной лесной дендрофлоры. Рассматриваются современные границы ее ареала, установленные на основе популяционного подхода и показателя эффективной численности популяций. В сжатом виде дана история изучения карельской березы и состояние ее ресурсов в Республике Карелия, где находятся наибольшие по численности природные популяции этого вида в России. Анализируются результаты антропогенного воздействия на численность популяций карельской березы и роль особо охраняемых природных территорий в ее сохранении.

Для студентов средних и высших учебных заведений биологического, экологического и лесохозяйственного направлений, школьников старших классов и всех любителей природы.

УДК 82.632.1:581.9:581.5(075)

ББК 28.5я7

ISBN 978-5-9274-0888-7

© Ветчинникова Л. В., Титов А. Ф., 2020

© ФИЦ «Карельский научный центр РАН», 2020

© Институт леса КарНЦ РАН, 2020

© Институт биологии КарНЦ РАН, 2020

© Отдел комплексных научных исследований  
КарНЦ РАН, 2020

© Ветчинникова Л. В., фотографии, 2020

## ВВЕДЕНИЕ

Расширение и интенсификация хозяйственной деятельности, осуществляемой человеком, как правило, сопровождаются усилением антропогенного воздействия на природу и ухудшением экологической ситуации на значительных по площади территориях. Осознание данного факта и понимание масштаба негативных последствий хозяйственной деятельности привели человечество во второй половине 20-го века к выработке и принятию различных международных, национальных и региональных природоохранных программ, направленных на сохранение и/или восстановление природной среды и биоразнообразия. Благодаря этому стало возможным говорить не только о негативном, но и позитивном антропогенном воздействии на природу в целом и ее отдельные составляющие, особенно те, которые считаются наиболее ценными и/или уникальными.

Одним из таких наиболее ценных и уникальных представителей лесной дендрофлоры считается карельская береза *Betula pendula* Roth var. *carelica* (Mercklin) Hämet-Ahti. Она появилась в процессе эволюции и произрастает исключительно на северо-западе континентальной Европы. Здесь же сформировался ее ареал и сосредоточены ее ресурсы. Высокоценная древесина карельской березы с давних времен привлекала внимание человека, а ее активное использование на протяжении более пяти столетий привело к началу 21-го века к резкому сокращению не только численности популяций карельской березы, но и занимаемой ею площади вплоть до полного исчезновения в ряде стран и регионов. Неслучайно согласно Красной книге Российской Федерации и Красному списку Международного союза охраны природы она отнесена к категории 2 (EN), т. е. к числу исчезающих, находящихся в опасном состоянии видов.

В настоящее время основные ресурсы карельской березы в нашей стране сосредоточены на территории Республики Карелия, где



численность ее природных популяций также является наибольшей в России. Здесь же в Карельском научном центре Российской академии наук (КарНЦ РАН) на протяжении более полувека ведутся ее разноплановые исследования, результаты которых послужили отправной точкой для написания данного учебного пособия, а также нашли в нем частичное отражение.

## ГЛАВА 1

### КРАТКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРИРОДНО-КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ КАРЕЛИИ

Территория Республики Карелия, расположенная на северо-западе европейской части России между 60°40' и 66°40' с. ш. и 29°30' и 37°57' в. д., входит в атлантико-арктическую климатическую зону умеренного пояса, где климат обуславливается прежде всего близостью морей (Балтийского, Белого и Баренцева) и океанов (Атлантического и Северного Ледовитого) и является переходным от морского к континентальному.

Ветры западных направлений, преобладающие здесь в зимнее время, обеспечивают поступление теплых масс воздуха с Атлантического океана и часто вызывают оттепели, летние ветры приносят холодный воздух с Северного Ледовитого океана. Особенности циркуляционного режима и комплекс местных, крайне разнообразных природных условий (рельеф, обилие озер и болот, значительная лесистость и т. п.) обуславливают продолжительную, но не слишком суровую зиму (особенно в последние годы); позднюю весну с частыми возвратами холодов; прохладное, короткое лето; высокую относительную влажность воздуха и значительное количество осадков. Своеобразие природы республики определяется также особенностями годичного и суточного ритмов светового периода, средняя продолжительность которого существенно возрастает с апреля по сентябрь, а затем, наоборот, сокращается, а темное время суток значительно удлиняется.

Средняя температура июля в южной части республики соответствует +16 °С, число дней с температурой 10 °С и выше равно 106. Сумма летних температур воздуха выше 10 °С в Карелии составляет около 1500°. Холодный период с температурой воздуха ниже нуля на севере Карелии длится в среднем 190 дней, а в южной части республики – около 150 дней. Значительной является амплитуда колебаний температуры в течение суток, которая может достигать

25–30 °С. При этом температура почвы в корнеобитаемой зоне обычно на 2–5 °С ниже температуры воздуха.

Основным фактором среды, лимитирующим рост растений в Карелии, является недостаток тепла. Однако благодаря воздействию Атлантического океана среднегодовая температура воздуха в Карелии примерно на 10 °С выше, чем в более континентальных районах, расположенных на той же географической широте, например, в Якутии. Годовое количество осадков около 450 мм на севере Карелии и более 740 мм – на юге.

Для территории Карелии характерен сильно расчлененный рельеф и наличие большого количества рек, озер и болот. В формировании рельефа значительную роль сыграл ледник, при отступлении которого образовались моренные гряды, холмы и множество озер. Особенностью региона, кроме того, является почти повсеместная бедность почв питательными веществами, указывающая на низкий уровень естественного плодородия и недостаток элементов минерального питания, прежде всего азота. В целом в республике широко распространены подзолистые почвы, подзолисто-болотные и болотные, а также супесчаные и песчаные.

Вытянутость территории в широтном направлении обуславливает существенные различия в климате отдельных районов Республики Карелии, поэтому ее территорию обычно делят на две климатические зоны – северную и южную, которые соответствуют северо- и среднетаежной подзонам.

В настоящее время более 85 % территории республики относится к лесному фонду, особенностью его является высокий удельный вес нелесных земель (34,3 %), среди которых преобладают болота и водные объекты. Сосновые леса занимают здесь 63,8 % лесопокрытой площади, еловые – 25,2 %, березовые – 10,1 %. В южной части Карелии аборигенным представителем дендрофлоры является карельская береза, которая не образует здесь чистых по составу древостоев, а встречается одиночно или группами совместно с другими лиственными, а иногда и с хвойными породами.

## ГЛАВА 2

### РАСПРОСТРАНЕНИЕ И ХАРАКТЕРИСТИКА МЕСТООБИТАНИЙ КАРЕЛЬСКОЙ БЕРЕЗЫ

Карельская береза произрастает в разных природно-климатических условиях: с севера на юг протяженность ее ареала составляет около 2,3 тыс. км от Финляндии (64° с. ш.) до Словакии (48° с. ш.), с запада на восток – около 2,5 тыс. км от Дании (12° в. д.) до России (40° в. д.). Ареал карельской березы в значительной степени перекрывается с ареалами березы повислой *Betula pendula* Roth и березы пушистой *Betula pubescens* Ehrh. Однако карельская береза отличается от березы повислой и березы пушистой по экологическим условиям произрастания, прежде всего по ее отношению к световому фактору (к уровню освещенности). Карельская береза, как и береза повислая, является светолюбивой породой, однако в отличие от нее не способна образовывать леса, расти в древостоях с высокой плотностью и конкурировать с ней в местах их контакта (часто оказываясь в подчиненном ярусе).

Сведения о численности и местах произрастания карельской березы на территории Европы имеются в многочисленных публикациях разных авторов (табл. 1). Из них следует, что в Норвегии в природных популяциях карельская береза произрастает преимущественно в юго-восточной части страны. Хотя имеются данные, что на севере она доходила до Гюдбрандсдалена (около 200 км к северу от г. Осло), изредка обнаруживалась в южной и юго-западной частях Норвегии.

На территории Финляндии ареал карельской березы в начале 20-го века простирался по всей южной и юго-восточной части страны. Самые северные пункты, где отмечали единичные деревья карельской березы, располагались в районе Утаярви (60 км на юго-восток от г. Оулу) и вдоль реки Оулу. Она произрастала также в Южной Карелии и Восточном Саво. В начале 21-го века в природных условиях Финляндии карельская береза встречается

довольно редко (в южной части страны) (рис. 1), что свидетельствует о значительном снижении ее численности. О сокращении природных ресурсов карельской березы в Финляндии стало известно уже в первой половине 20-го века, однако в результате ее активного искусственного воспроизводства и создания культур плантационного типа именно Финляндия до сих пор остается основным экспортером этой ценной породы на мировом рынке. Большим спросом пользуются также семена и саженцы карельской березы финского происхождения.

Таблица 1. Карельская береза в разных частях ее ареала

Страна	Количество деревьев
Северная Европа	
Дания	Только в культуре
Норвегия	Единичные
Финляндия	~ 100 шт.
Швеция	~ 200 шт.
Центральная Европа	
Германия	Только в культуре
Польша	~ 100 шт.
Словакия	Единичные
Чехия	В настоящее время отсутствуют
Восточная Европа	
Белоруссия	От 15 до 40 тыс. шт.
Латвия	Единичные
Литва	Только в культуре
Эстония	~ 100 шт.
Россия	
Республика Карелия	~ 1700 шт.
Владимирская область	Единичные
Костромская область	Только в культуре
Ленинградская область	Только в культуре
Псковская область	От единичных до 450 шт.
Смоленская область	Единичные
Ярославская область	Единичные



*Рис. 1. Карельская береза в природных условиях Финляндии (окрестности г. Хямеэнлинна (Hämeenlinna), 100 км к северу от г. Хельсинки)*

На территории Республики Беларусь карельская береза произрастает почти повсеместно, но распределена неравномерно (табл. 2). Наиболее крупные ее природные популяции располагаются в Минской, Витебской, Гродненской, Могилевской и Брестской областях (рис. 2). На юге и юго-востоке она встречается крайне редко. Общая численность карельской березы в Беларуси значительно превышает 15 тыс. деревьев. К началу 21-го века ее запасы в этой республике являются наибольшими в мире. Они оцениваются в 40 тыс. м<sup>3</sup>, но в разных популяциях варьируют от 6 до 100 м<sup>3</sup>/га.

В России природные популяции карельской березы сохранились исключительно на территории Республики Карелия (см. гл. 4). В Псковской области в границах национального парка «Себежский» группа деревьев карельской березы организована в генетический резерват. Единично она обнаружена в Смоленской, Владимирской и Ярославской областях (табл. 1).





Рис. 2. Карельская береза в природных условиях Минской (А) и Могилевской (Б) областей Республики Беларусь

Деревья карельской березы, как правило, находятся на значительном расстоянии друг от друга, хотя иногда произрастают относительно большими, но изолированными группами. В лесных ценозах карельская береза занимает довольно узкую и специфическую

Таблица 2. Площадь, занимаемая карельской березой на территории Республики Беларусь, и ее запасы

Область	Площадь		Запасы, тыс. м <sup>3</sup>
	га	%	
Брестская	42,3	0,8	~ 1,5
Витебская	563,9	24,7	~ 3,0
Гомельская	19,7	1,3	< 0,1
Гродненская	9,8	4,6	~ 2,0
Минская	45,7	13,0	~ 6,0
Могилевская	13,7	55,6	> 2,5
Всего	695,1	100	~ 15,1

*Примечание.* Площадь в гектарах по данным Т. Л. Барсуковой (1995), в процентах – А. И. Сидора с соавт. (2016), запасы по данным А. В. Пугачевского (2008).

экологическую нишу. Она встречается в редко- и мелколесьях (~ 68–70 %), обнаруживается на опушках леса и по берегам водоемов (~ 15 %), а также на нелесных землях (заброшенных пастбищах или сенокосных угодьях) (~ 10 %) и возле жилых строений. В Швеции и Беларуси отдельные деревья и небольшие группы до сих пор можно найти в придорожных полосах (~ 8 %). В Эстонии карельская береза отмечена на альварных почвах (безлесная поверхность, сложенная известняком), каменных грядках и других местах вдоль побережья Балтийского моря. В Латвии и Беларуси ее изредка находили в дюнах и на откосах, где почвы преимущественно песчаные. На территории Польши и Беларуси участки с присутствием карельской березы ранее выделяли в так называемый «крестьянский лес», который использовали в качестве лесных пастбищ и для заготовки дров. В целом карельская береза обнаруживается в растительных сообществах с пониженной напряженностью конкурентных отношений и/или в той или иной мере подверженных антропогенному воздействию.

Следует отметить, что накопленные к настоящему времени сведения об условиях произрастания карельской березы опровергают представление о ее приуроченности к определенному типу почв. По мнению большинства специалистов, относительно невысокая требовательность карельской березы к почвенным условиям позволяет ей успешно расти на бедных песчаных и даже каменистых почвах, поскольку почвенное питание у нее, как и у большинства других видов березы, осуществляется преимущественно за счет эктотрофной микоризы, которая не является видоспецифичной для отдельных древесных пород. Тот факт, что карельская береза часто произрастает в местах, менее благоприятных для других древесных пород, объясняется ее низкой конкурентоспособностью и необходимостью поиска незанятых ниш, причем с достаточно высокой освещенностью.

На плодородных почвах она также хорошо растет, но при условии отсутствия конкуренции с другими более быстрорастущими породами. Отсюда следует, что карельская береза имеет достаточно широкую эдафическую амплитуду, хотя и занимает вполне определенную экологическую нишу и характеризуется вполне определенными требованиями к среде обитания. Возможно, поэтому естественное возобновление у карельской березы выражено слабо.



Как показывают исследования, карельской березе присущ высокий уровень полиморфизма по целому ряду признаков, включая жизненную форму (или форму роста) (от одноствольного дерева до многоствольного «дерева-куста» и кустарника), тип поверхности ствола, насыщенность рисунка древесины и некоторые другие. Это прежде всего отражает биологические особенности данной древесной породы, придает ей определенную пластичность и расширяет возможности ее существования в различных экологических условиях. Так, во всех частях ареала карельской березы ведущая роль в формовом составе ее популяций принадлежит короткоствольной форме роста – в среднем около 60 %, на долю высокоствольной приходится 10 %, а кустообразная составляет 30 % и выше, причем количество последних достоверно возрастает по направлению с севера на юг (рис. 3). В северной части ареала преобладают деревья с мелкобугорчатым типом поверхности ствола – до 70 %, шаровидноутолщенный тип имеют около 25 % особей, а ребристый – не более 5 % (рис. 4). В направлении к южной части ареала увеличивается количество деревьев с шаровидноутолщенным типом поверхности ствола и почти выравнивается с мелкобугорчатыми, а деревья с ребристой поверхностью ствола почти не встречаются. В целом, несмотря на территориальное разобщение популяций в долготном и широтном направлениях, зафиксировано значительное сходство деревьев по форме роста и типу поверхности ствола. Диаметр ствола, как правило, варьирует от 10 до 16 см, редко достигая 28–50 см и более, при высоте до 18 м. Причем радиальный прирост у нее не соотносится с возрастом (как, впрочем, и у других видов березы), поэтому даже в одновозрастном древостое деревья по величине диаметра ствола могут различаться в несколько раз.

К настоящему времени выявлены внутрипопуляционные взаимоотношения деревьев карельской березы между собой и другими древесными породами, и прежде всего сопутствующими. Обычно в первое десятилетие растения карельской березы (особенно высокоствольной формы роста) развиваются довольно интенсивно и не уступают по высоте березе повислой. На данном этапе, по всей вероятности, это обусловлено активным развитием корневой

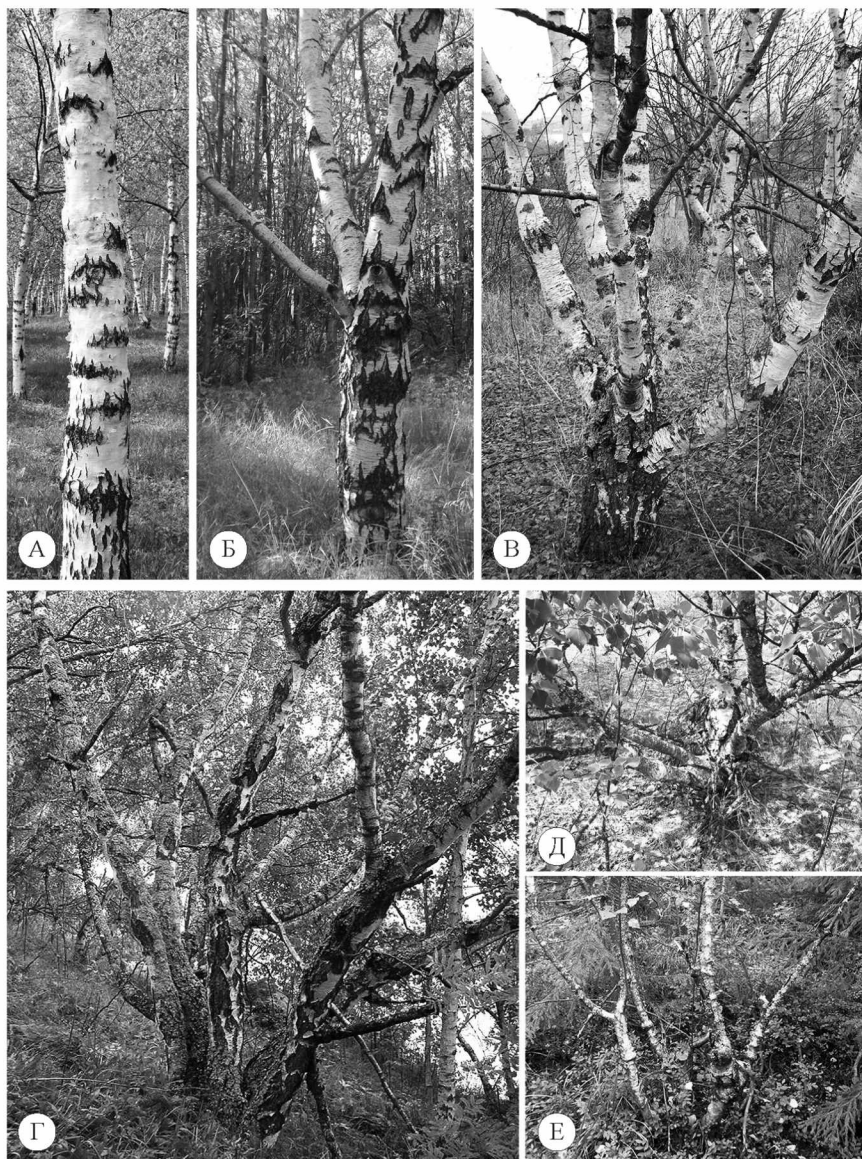


Рис. 3. Полиморфизм карельской березы по форме роста:  
 высокостовольная (А), короткостовольная (Б), кустообразная (В),  
 гнездовидная (многоствольная) (Г), кустарниковая (Д) и кустовидная (Е)

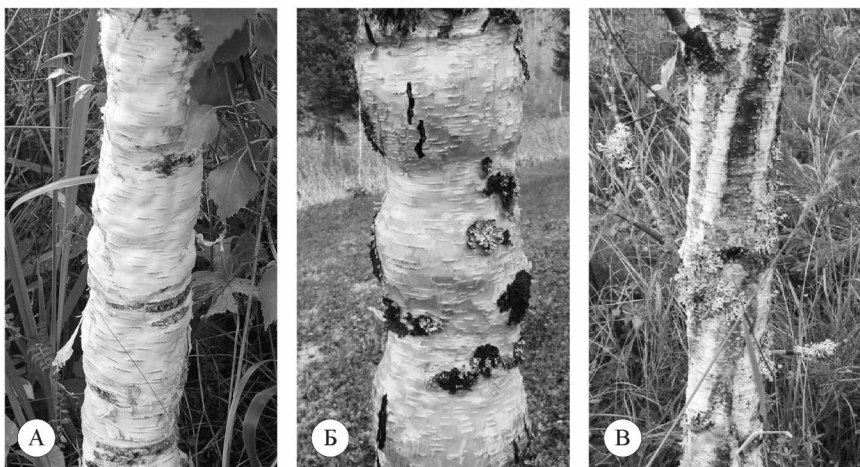


Рис. 4. Типы поверхности ствола карельской березы: мелкобугорчатый (А), шаровидноутолщенный (Б) и ребристый (В)

системы и повышенным насыщением ризосферы микробным населением, продукты жизнедеятельности которых активно используются растениями. В дальнейшем (через 10–15 лет) по мере усиления затенения в результате смыкания крон рядом растущих безузорчатых особей или сопутствующих пород карельская береза снижает темпы роста и переходит в подчиненный ярус. Растения, имеющие короткоствольную и кустообразную формы роста, уже на этом этапе не выдерживают конкуренции с другими более быстрорастущими лиственными породами и, как правило, отмирают.

В условиях высокой плотности (обычно к 25–30 годам) сильное угнетение со стороны основных видов лесных сообществ сказывается и на развитии деревьев карельской березы высокоствольной формы роста. В результате около 85 % от их общего числа переходят во второй ярус и постепенно засыхают. Однако замечено, что «пограничные» особи карельской березы, расположенные по периметру древостоя, отличаются более крупными размерами по сравнению с одновозрастными особями, расположенными внутри лесного сообщества (рис. 5, А). По всей вероятности, морфометрические характеристики растений карельской березы не слишком сильно зависят от площади почвенного питания, а более важным фактором,

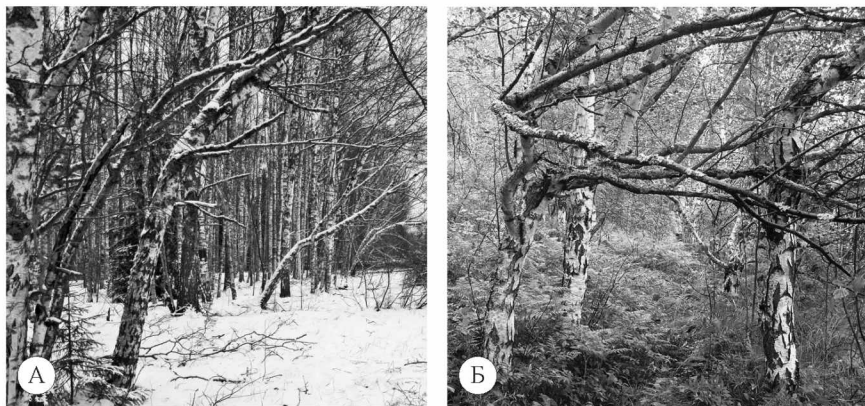


Рис. 5. Наклоненная форма кроны карельской березы на опытных участках (Агробиологическая станция КарНЦ РАН, пригород г. Петрозаводска) (А) и флагообразная – в природной популяции (ботанический заказник «Анисимовщина», Медвежьегорский район, Республика Карелия) (Б)

определяющим темпы их роста и накопление биомассы, выступают световые условия. Подтверждением этого является, в частности, и тот факт, что у «пограничных» особей происходит изменение направления роста ствола и даже формы кроны: дерево становится наклонным и флагообразным (рис. 5, Б) в сторону открытых пространств и/или наибольшей освещенности, что не свойственно березе повислой. В случае конкуренции за элементы минерального питания при высокой плотности древостоя, по-видимому, включаются механизмы самоизреживания, в результате чего наиболее сильные деревья занимают доминирующее положение.

Особенностью карельской березы является то, что при отрицательном воздействии фитоценотической среды небольшая часть ее популяции «уходит» из лесного сообщества в менее благоприятные для других древесных пород экологические ниши. Различия в скорости роста, наблюдаемые между растениями карельской березы и березы повислой, а также другими сопутствующими древесными видами, обусловлены, вероятно, воздействием разнонаправленных факторов и являются скорее следствием, чем причиной. Интересно, что у березы повислой с увеличением плотности древостоя усиливается скорость вертикального роста на фоне торможения

радиального, при этом крона становится более компактной, что повышает ее конкурентоспособность в местах контакта с карельской березой и другими сопутствующими породами и даже позволяет ей образовывать леса.

В естественных популяциях карельской березы, находящихся в Карелии, преобладают средневозрастные и старые генеративные деревья. Однако на протяжении всего ареала зарегистрированы постгенеративные – субсенильные и даже сенильные особи. Виргинильные и молодые генеративные также встречаются, но очень редко. Средний возраст и общий биологический цикл ее развития в благоприятных условиях примерно равен 100–140 годам, что соответствует большинству основных видов рода *Betula* L. и является не столь коротким, как считалось ранее (50–60 лет).

Карельская береза, подобно всем представителям рода *Betula*, относится к анемофильным растениям и размножается преимущественно семенами. При высокой концентрации деревьев (например, в специальных теплицах или при контролируемом опылении) доля растений с ярко выраженными признаками, свойственными карельской березе, составляет в потомстве 90% и более. Это говорит об устойчивом характере наследования узорчатости в древесине при семенном размножении карельской березы и дает основания для предположения о ее генетической обособленности от других близкородственных видов, в частности от березы повислой. В условиях же, когда плотность природных популяций карельской березы существенно снижается, при свободном опылении и скрещивании с березой повислой или березой пушистой количество особей с узорчатой древесиной в потомстве резко уменьшается и может составлять всего 2–3%, редко достигая 25% или чуть выше. При вегетативном размножении (порослью, отводками), которое слабо выражено у карельской березы, рисунок узорчатой древесины в потомстве сохраняется и соответствует текстуре материнских растений.

В целом можно сказать, что ареал карельской березы располагается исключительно на территории стран Балтийского региона (в широком смысле этого понятия) и является фрагментированным. Наиболее крупные ее природные популяции сосредоточены в Минской, Витебской и Могилевской областях Республики Беларусь. Помимо

Беларуси в естественных условиях она произрастает в России (главным образом в Республике Карелия), Швеции, Финляндии, Польше, изредка в Норвегии, Эстонии и Словакии. Сокращение численности деревьев в последние десятилетия наблюдается практически на всей территории ее ареала. В отдельных странах к началу 21-го века она исчезла совсем (Германия, Чехия, Дания, Литва). Кроме того, постепенно исчезают или подвергаются значительному изменению характерные места обитания карельской березы, что наряду с другими причинами становится препятствием для ее естественного возобновления.

## ГЛАВА 3

### ГРАНИЦЫ АРЕАЛА КАРЕЛЬСКОЙ БЕРЕЗЫ

Первые обобщенные данные об ареале карельской березы появились в 50–60-х годах прошлого века первоначально в работах ученых из стран, на территории которых располагается западная его часть, – Швеции и Чехии (рис. 6, А–В). Восточная часть ареала в них была представлена в соответствии с описаниями советского ученого-лесоведа Н. О. Соколова (1950) – первооткрывателя карельской березы в России. В более поздних работах многие авторы, включая российских исследователей, чаще всего приводят картосхему ареала карельской березы, предложенную чешским ученым Вацлавом (рис. 6, В).

Отметим, что на одной из первых картосхем (1954 г.) карельская береза была отмечена только в Швеции и Финляндии, предположительно на границе с Норвегией, в России (Республика Карелия) и Беларуси. Вероятность ее произрастания на территории других стран оставалась на тот момент под вопросом (рис. 6, А). В течение следующего десятилетия ареал карельской березы был расширен за счет добавления территорий, соответствующих современным Эстонии, Латвии, Литве, Беларуси, Чехии, Словакии и Польше (рис. 6, Б–В). В 90-е годы некоторые уточнения в местонахождение границ ареала карельской березы были внесены словацкими учеными (в результате включения ряда территорий в России, в частности находящихся в Смоленской, Костромской, Владимирской и Калужской областях, на основании русскоязычных публикаций) (рис. 6, Г).

Первоначально для изображения ареала карельской березы большинство исследователей использовали так называемый оконтуренный метод, внутри которого штриховкой отражали частоту встречаемости: «часто – относительно часто – редко» (рис. 7). Позднее стали использовать точечный метод с нанесением на картосхему конкретных мест произрастания карельской березы с цифровыми обозначениями количества деревьев (рис. 8). В отдельных случаях точечный ареал был оконтурен (рис. 7, Б).

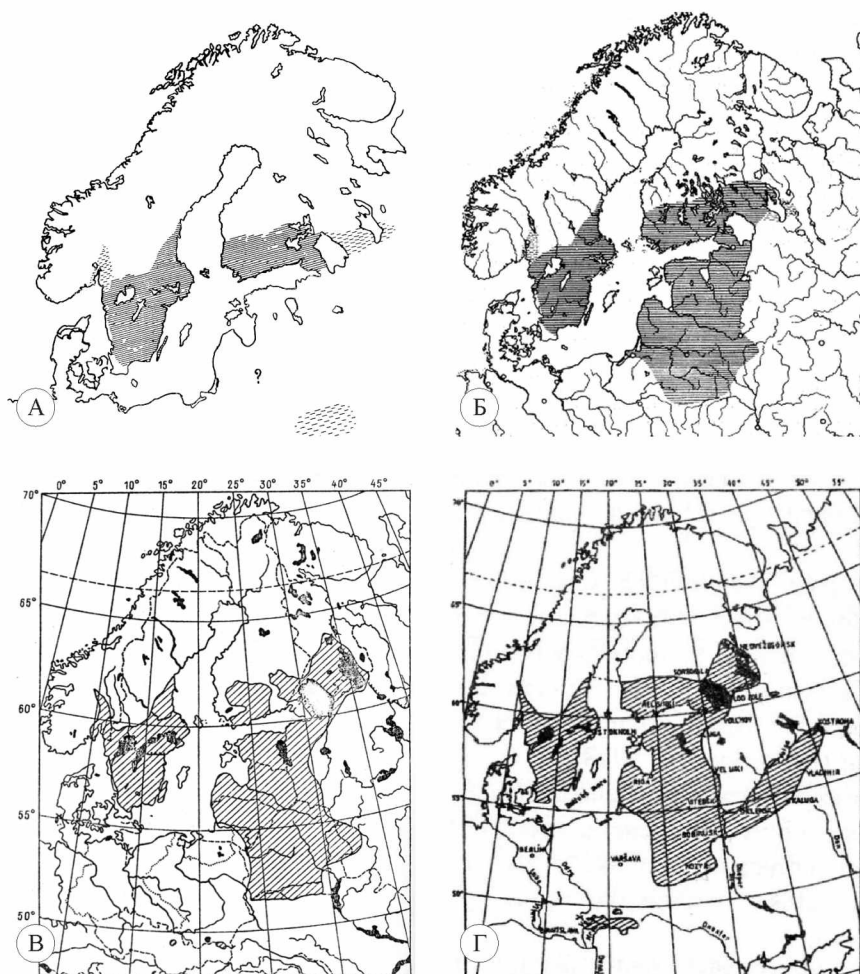


Рис. 6. Ареал карельской березы: А – по: Lindquist, 1954; Б – по: Hejtmánek, 1957; В – по: Václav, 1963; Г – по: Pagan, Paganová, 1994

За истекшие десятилетия после выхода первых публикаций об ареале карельской березы благодаря многочисленным экспедициям удалось заметно расширить географию натурных исследований и собрать обширный фактический материал, дающий возможность с большей точностью оценить состояние ресурсов карельской березы



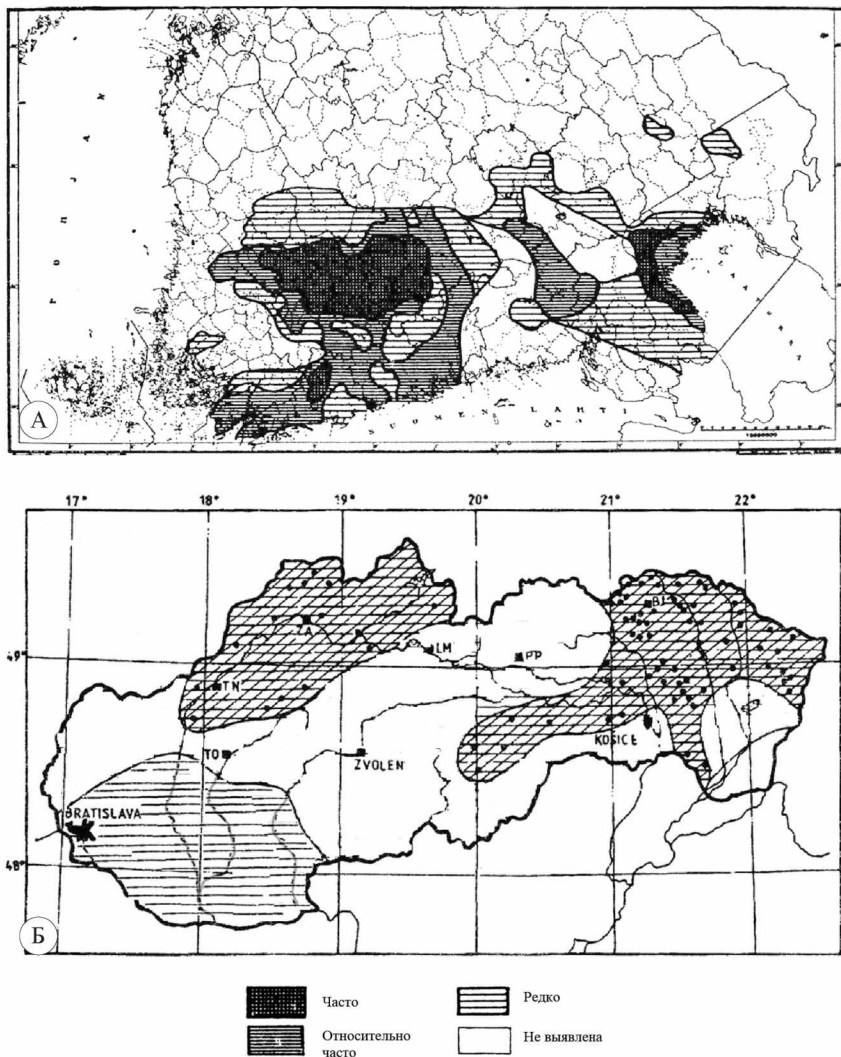


Рис. 7. Использование оконтуренного метода для изображения ареала, где штриховкой отображена информация о частоте встречаемости карельской березы в Финляндии (А) (по: Nenkinheimo, 1933) и Словакии (точками указаны места ее наибольшей концентрации) (Б) (по: Pagan, Paganová, 1994)

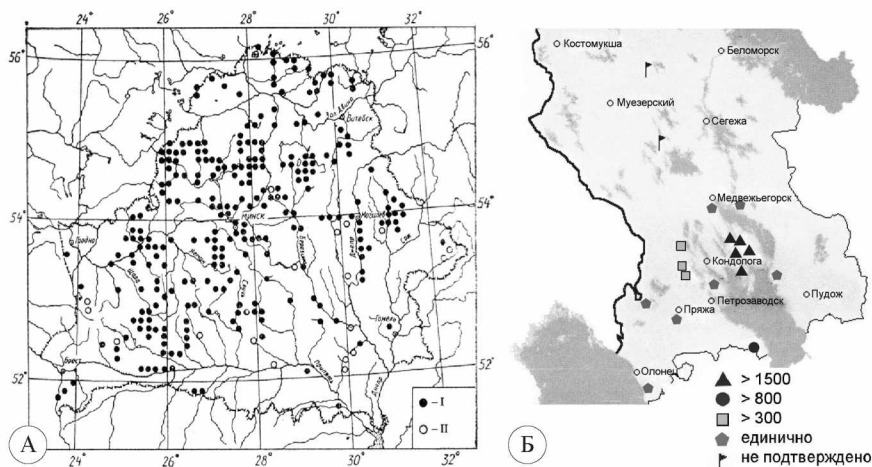


Рис. 8. Использование точечного метода для изображения ареала карельской березы с нанесением конкретных мест ее произрастания в Республике Беларусь (А) (по: Побирушко, 1992, где I – по данным автора, II – по литературным данным) и с указанием количества деревьев на территории Карелии в 1930-е годы (Б) (по: Ветчинникова и др., 2013)

практически на всем протяжении ее ареала, а также прийти к заключению, что его границы, выделенные ранее, уже не в полной мере соответствуют текущей ситуации и, следовательно, требуют в настоящее время пересмотра. Необходимость этого, в частности, диктуется следующими моментами:

1. Ареал карельской березы является фрагментированным (дизъюнктивным), а его границы – нестабильными как в отдельных странах, так и на всей его территории. При этом в пределах выделенных территорий карельская береза растет не повсеместно, а имеет конкретную локализацию.

2. За последние десятилетия произошло существенное уменьшение общего количества деревьев карельской березы и занимаемой ею территории вплоть до полного исчезновения в отдельных странах и регионах.

3. Произошло резкое снижение эффективной численности популяций карельской березы, которая в отдельных регионах приблизилась к критической.

4. В природных популяциях карельской березы в настоящее время преобладают деревья, по возрастной структуре соответствующие средней и поздней генеративным стадиям развития.

5. Практически повсеместно у карельской березы отсутствует жизнеспособный подрост (что свидетельствует о нарушении стабильности популяций).

6. В небольших и/или фрагментированных популяциях, которые характерны для карельской березы, наблюдается ограничение в количестве опылителей, что влечет за собой несвойственные ей самоопыление и/или интрогрессию.

Указанные факторы и причины привели к существенному сокращению общей площади, занимаемой карельской березой, и в значительной степени повлияли на продолжительность жизни ее отдельных локальных популяций. Отсюда следует вывод о сокращении ее ареала и необходимости изменения его границ. Кроме того, становится очевидным и то, что устойчивое существование карельской березы (которая находится во многих частях ареала на грани исчезновения) и, соответственно, ее географический ареал могут поддерживаться только за счет ее локальных популяций, причем если они достаточно крупные.

Поэтому в качестве ключевого звена при определении границ популяций должна рассматриваться величина их критической численности, ниже которой их длительное существование становится невозможным. К сожалению, точных данных о критических величинах численности популяций в литературе нет, а приводимые значения варьируют в широких пределах. Обычно при определении критической численности популяции учитывают не все особи, а только те, которые активно участвуют в процессе воспроизводства, и именно они и составляют так называемую эффективную численность популяции. Поскольку в популяции часть особей может находиться в пре- или постгенеративной стадии развития, то эффективная численность, как правило, значительно меньше общей. Добавим к этому, что эффективная численность популяций может резко снижаться под влиянием тех или иных неблагоприятных факторов и приближаться к критической. Опасным последствием для перекрестноопыляемых видов становятся в данном случае

близкородственные скрещивания (инбридинг). Популяция при этом становится все более гомозиготной. По оценке М. Сулея (1983), с увеличением гомозиготности даже на 10 % ее общая репродуктивная способность может снизиться на 25 %. К тому же в малых по численности популяциях существует достаточно высокая вероятность случайной утери редких аллелей, которые в новом поколении могут отсутствовать уже у значительной части особей. На основании экспериментальных исследований с животными М. Сулей пришел к выводу, что допустимая степень инбридинга в популяции не должна превышать 1 %. Это соответствует размерам генетически эффективной численности популяции, представленной 50 особями. Исходя из этого, Я. Франклин (1983) определил реальную (общую) величину популяции, обеспечивающую ее надежное выживание, – не менее 500 индивидуумов.

Отдельные работы, касающиеся минимальной численности популяций, имеются и в ботанической литературе. Так, З. Зибольд (Seybold, 1980), на основании статистической обработки данных по 4451 местообитанию травянистых растений, предложил выделять пять типов популяций по количеству в них особей: I – 1; II – 2–5; III – 6–20; IV – 21–100; V – более 100. При этом большинство изученных популяций соответствовали III и V типам. Иную градацию предложили К. Урбанска и Е. Ландольт (Urbanska, Landolt, 1990). По их мнению, «наиболее мелкие популяции» должны включать примерно 15 особей; «маленькие» – не более 40; «средние» – от 41 до 70; «крупные» – от 71 до 100 и «очень большие» – более 100. Понятно, что подобное разделение популяций на те или иные группы носит условный характер, а общая численность популяции для разных видов будет заметно различаться в зависимости от их биологических особенностей, географического положения региона и локальных условий местообитания. Например, установлено, что для воспроизводства генетических ресурсов сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) на лесосеменных плантациях достаточно использовать 150 генотипов, чтобы сохранить почти 93 % от общего числа выявленных аллелей. Увеличение числа деревьев до 200 приводило к увеличению аллельного разнообразия всего на 2 аллеля. В дальнейшем

появление одного нового аллельного варианта обнаруживалось только через каждые 50 дополнительных деревьев.

Необходимо отметить, что между числом особей в локальной популяции и ее устойчивостью существует положительная корреляция. Важно, что для редких видов такая корреляция оказалась даже более сильной, чем для массовых. Уязвимость малых популяций отмечалась многими исследователями. Однако для редких видов растений такие критерии определения критической численности пока не разработаны.

Важным показателем для характеристики популяций является также ее плотность, или среднее число особей на единицу занимаемой ею площади. Между плотностью популяции и численностью в ней особей имеется определенное соотношение: с повышением численности популяционная плотность будет возрастать. Низкая плотность популяции, как известно, обуславливает снижение воспроизводства особей, но способствует их выживанию, высокая, наоборот, благоприятствует репродукции, но усиливает внутривидовую конкуренцию.

Серьезной проблемой выживания популяций редких видов растений является фрагментация местообитаний и, соответственно, их ареалов. Прогнозируемые генетические последствия небольшого размера популяции – это снижение ее эффективных размеров, увеличение инбридинга и накопление вредных мутаций («генетическая эрозия»). Сокращение генетического разнообразия, в свою очередь, может снижать устойчивость растений к изменениям окружающей среды, а инбридинг способен привести к снижению индивидуальной жизнеспособности и плодовитости. В результате фрагментации местообитаний многие виды растений сегодня встречаются в основном в небольших и изолированных популяциях и субпопуляциях, которые ранее, возможно, были едиными. При этом численность особей в отдельной популяции (субпопуляции) может варьировать в широких пределах – от нескольких единиц до нескольких тысяч.

По мнению В. Коски (Koski, 1995), сохранение всех возможных аллелей разных генов у березы возможно в популяции, включающей 500 деревьев. При этом для сохранения популяций, равнозначных природным, он рекомендует отбирать десятки плюсовых клонов

из разных локальных популяций. По данным В. Веллинга с соавт. (Velling et al., 2002), в Финляндии количество клонов на одной семенной плантации (в пленочных теплицах) варьирует от 33 до 50, только изредка насчитывая всего два клона. В Германии семенные плантации березы включают не менее 30 деревьев, а в крупногабаритных теплицах, как правило, 100 различных генотипов.

Наблюдения за популяциями карельской березы, которые ведутся в Карелии с определенной периодичностью на протяжении почти 100 лет, также указывают на важность сохранения относительно большой численности ее популяций. Низкая численность вида, как известно, почти всегда свидетельствует о его уязвимости. На примере природной популяции, расположенной в Медвежьегорском районе Республики Карелия (ботанический заказник «Анисимовщина»), можно с большой долей уверенности говорить о том, что при численности деревьев в 2–3 тыс. популяция существует стабильно на протяжении достаточно длительного времени.

Особенностью карельской березы, как уже отмечалось, является ее низкая конкурентоспособность по сравнению с другими быстрорастущими лесными породами, вследствие которой к 30–40 годам при возрастании плотности древостоя она начинает уступать в развитии другим деревьям и, как правило, постепенно полностью выпадает из лесного ценоза. По этой причине долгое время считалось, что предельный возраст карельской березы составляет не более 50–60 лет. Обследование природных популяций, проведенное в последние годы, показало, что на всей территории ареала карельской березы встречаются деревья, возраст которых составляет 100 лет и более (следовательно, ее цикл развития не является столь коротким, как считалось ранее). Можно предположить, что в условиях слабого влияния конкурентных отношений численность популяций карельской березы в 100–500 особей вполне способна обеспечить ее выживание и сохранность в течение нескольких поколений. Но в случае более сильного влияния конкурентных отношений потребуются существенно бóльшая численность популяции, возможно, от 1 тыс. деревьев и более.

Необходимо также иметь в виду, что конкретные места нахождения локальных популяций карельской березы зачастую значительно

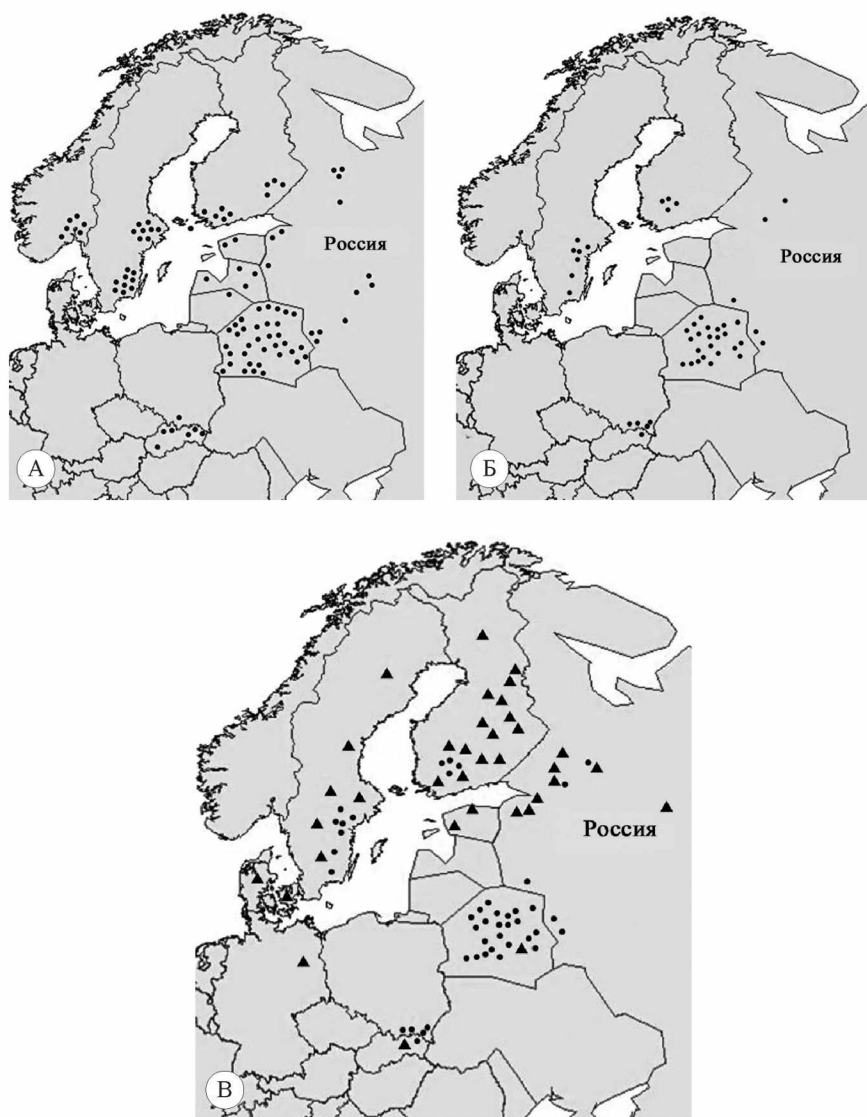


Рис. 9. Ареал карельской березы (места произрастания обозначены точками): А – описанный в 20-м веке; Б – по состоянию на начало 21-го века; В – с учетом реинтродукции (обозначены треугольниками)

удалены друг от друга, а обмен пылью между растениями не происходит или затруднен не только между растениями разных популяций, но даже в пределах одной популяции, поскольку рядом растущие деревья являются преградой на пути распространения пыли. Кроме того, жизнеспособность пыли у березы, как и у большинства видов древесных, резко падает с увеличением времени и дальности ее переноса. Также далеко не все семена березы достигают мест с подходящими для их развития микроклиматическими условиями, а их всхожесть резко ухудшается уже на следующий год. Добавим, что из-за низкой эффективной численности у карельской березы наблюдается ограничение и в количестве опылителей. Наконец, при ее совместном произрастании с березой повислой, березой пушистой или другими видами березы между ними возможна гибридизация (несмотря на тетраплоидность березы пушистой), но только при устранении обычно существующей фенологической изоляции, что периодически происходит в отдельные годы.

Таким образом, из изложенного следует, что с учетом биологических особенностей карельской березы при определении границ ее ареала наиболее корректным, очевидно, является популяционный подход. В соответствии с ним линия, обозначающая границы ареала, будет объединять не отдельные географические точки, где были обнаружены единичные деревья (или небольшие группы деревьев), а места нахождения локальных популяций, количество деревьев в которых составляет не менее 100–500. Вполне естественно, что в этом случае границы ареала карельской березы существенно изменятся, а он сократится. Хотя понятно, что если на территории, где ранее произрастала карельская береза, будет осуществлена достаточно масштабная ее реинтродукция с помощью посадочного материала местного происхождения, то такую территорию следует размещать в границах ее ареала (рис. 9). Когда же посадочный материал имеет неместное происхождение, растения вновь созданных насаждений надо считать интродуцентами без включения занимаемой ими территории в ареал (к ним, например, можно отнести территории Латвии и Украины, где в 70-е годы велись активные работы по созданию культур карельской березы из семян карельского происхождения).



## ГЛАВА 4

### КАРЕЛЬСКАЯ БЕРЕЗА В КАРЕЛИИ

Карельская береза давно стала в общественном сознании россиян одним из символов Республики Карелия. Ее исторически сложившееся название, очевидно, связано с названием местности, где она впервые была обнаружена и используется на протяжении многих лет для поделок не только умельцами или мастерами-краснодеревщиками, но и населением. Однако объектом исследований она стала только в начале 20-го века.

В истории научного изучения и воспроизводства карельской березы на территории Республики Карелия условно можно выделить три периода. *Первый* из них – это советский, довоенный. К началу 20-го века о наличии карельской березы в Карелии было хорошо известно за ее пределами, однако отсутствовало описание мест, где именно и как часто на территории республики (бывшей Олонецкой губернии) она встречается. Первая справка с перечнем мест в Карелии, где заготавливалась карельская береза или имелись несрубленные деревья, была составлена только в 1926 г. мастером С. И. Синявиным, под руководством которого в 1935 г. в Заонежском районе была организована специальная артель-школа «Карельская береза» по изготовлению мебели и различных изделий.

Начиная с 1928 г., карельская береза стала объектом научной работы Н. О. Соколова – выпускника Ленинградской лесотехнической академии. Приехав в Карелию, он выступил инициатором и совместно с работниками лесхозов непосредственно участвовал в организации и проведении первых поисковых работ по выявлению мест произрастания карельской березы в различных районах Карелии. В результате было описано около 4 тыс. деревьев карельской березы и поставлен вопрос о ее разведении. В 1934 г. были созданы первые лесные культуры. По сути, на их основе началось целенаправленное изучение биологических особенностей карельской березы, тогда еще малоизученного представителя лесной

дендрофлоры, но уже имеющего спрос на мировом рынке в качестве древесного сырья.

Важным результатом первого периода в истории изучения карельской березы явилась монография Н. О. Соколова «Карельская береза», в которой впервые были описаны главные свойства древесины карельской березы, основные места ее произрастания и возможности искусственного разведения, но опубликована она была позднее, уже в послевоенный период, в 1950 г.

В годы Второй мировой войны карельской березе был нанесен значительный ущерб: интенсивные рубки в этот период привели к сокращению ее ресурсов. Особенно сильно при этом пострадали семенные участки карельской березы в бывших тогда Заонежском, Петровском, Шелтозерском, Ведлозерском и Пряжинском районах, где наилучшие по высоте и текстуре древесины семенные деревья были вырублены и вывезены.

*Второй период* (советский, послевоенный) характеризовался возобновлением и активизацией работ по дальнейшему изучению биологических особенностей карельской березы и воспроизводству ее ресурсов путем создания лесных культур. Надо отметить, что первоначально для этого использовали семена, собранные со случайно выбранных деревьев карельской березы. Для отработки агротехнических приемов использовали разные типы почв, различные нормы высева, отличающиеся способами заделки семян и сроками посева, а также густотой посадки.

К сожалению, проводимые в этот период мероприятия не смогли кардинально изменить положение дел с карельской березой. Поэтому специальным постановлением Совета Министров КАССР в марте 1969 г. карельская береза была объявлена древесной породой, подлежащей тщательной охране, а для ее воспроизводства запланировано создание лесных культур. Были определены задачи и объемы работ на период 1969–1975 гг., направленные на увеличение ресурсов карельской березы в республике. Лицам, обнаружившим новые места ее произрастания, установили денежное вознаграждение.

Летом 1976 г. было принято решение об оформлении выявленных мест произрастания карельской березы в качестве постоянных заказников регионального значения.

С целью повышения качества посадочного материала посев семян карельской березы был заменен на предварительное выращивание саженцев сначала в условиях открытого грунта, а с 1972 г. – в условиях защищенного грунта с использованием теплиц. С 1989 г. для посева стали использоваться гибридные семена, полученные в результате контролируемого опыления деревьев, обладающих наиболее выраженными внешними признаками проявления узорчатой древесины, что позволило значительно увеличить выход «узорчатых» особей в потомстве.

В результате с 1970 по 1986 г. в Республике Карелия было создано более 5,5 тыс. га лесных культур (табл. 3). В соседней Финляндии такие объемы культур карельской березы были достигнуты только к 2006 г.

В период с 1948 по 1986 г. значительное развитие получили научные исследования. Так, к 1949 г. были выполнены анатомо-морфологические, а в 70-е годы – гистологические и цитологические исследования древесины карельской березы. С начала 60-х годов под руководством В. И. Ермакова в Карелии были начаты многолетние селекционно-генетические работы, направленные на изучение генетических особенностей карельской березы и увеличение доли «узорчатых форм» в семенном потомстве, поскольку при свободном опылении их появлялось мало. Эти исследования внес-

ли существенный вклад в разработку научных основ и подготовку практических рекомендаций по восстановлению ресурсов карельской березы.

Одним из наиболее важных результатов этого периода являлось проведение работ по контролируемому опылению берез с участием карельской березы и создание участков испытания гибридных семей (рис. 10, А).

**Таблица 3. Годы создания и площадь искусственных насаждений карельской березы на территории Республики Карелия**

Годы	Площадь, га
1934–1952	15,5
1953–1955	134,5
1959–1960	9,0
1961–1969	141,5
1970–1986	5202,0
1987–2003	17,5
2004–2007	29,4
2008–2020	1,0
Всего	5550,4

Определяющее значение для воспроизводства ресурсов карельской березы имели также разработки по вегетативному размножению лучших (плюсовых) деревьев карельской березы путем прививок (рис. 10, Б–В).



*Рис. 10.* Внешний вид участка испытания гибридных семей (А) и отдельные клоны карельской березы, полученные путем прививки (Б–В). Опытные участки Института леса КарНЦ РАН на Агробиологической станции КарНЦ РАН

В 80-е годы был накоплен значительный опыт выполнения прививок не только в научных целях, но и для создания архива клонов. Появление участков испытания клонов и дальнейшие наблюдения за ними показали, что в результате вегетативного размножения, например, путем прививки побегов карельской березы (привой) на подвой березы повислой и/или березы пушистой влияние последних не проявляется, а выше места прививки обязательно формируется узорчатая древесина, по признакам соответствующая привою. При этом нижняя часть ствола (подвой) сохраняет признаки прямоволокнистой древесины, характерной для обычной березы. Кроме того, по мере развития растений сохраняется и та скорость радиального прироста, которая свойственна каждому из них. Как правило, у привитых деревьев наблюдается равномерное развитие древесины по окружности, хотя бывают и исключения. Например, если она интенсивнее у подвоя, то диаметр основания ствола (ниже границы срастания компонентов) в дальнейшем будет больше по сравнению с привоем (выше границы срастания компонентов прививки) (рис. 11, А). В противоположном случае активность роста по окружности ствола будет заметно выше у привоя (карельская береза) по сравнению с подвоем (рис. 11, Б).

Также в 80-е годы под руководством В. И. Ермакова были проведены исследования по внутри- и межвидовой трансплантации тканей березы и их регенерации при повреждении, которые подтвердили генетическое происхождение карельской березы (рис. 12).

Отметим, что со второй половины 70-х годов Л. В. Ветчинниковой (Кониной) начато целенаправленное изучение физиолого-биохимических особенностей карельской березы. Полученные при этом результаты послужили научно-методической основой для организации работ по клональному микроразмножению карельской березы и создания в дальнейшем лаборатории лесных биотехнологий.

Для охраны и воспроизводства карельской березы в 1956 г. на территории Кондопожского района был создан первый ботанический заказник площадью 8,3 га, а позднее, в 1984 г., заказники появились и в других районах Карелии. Их общая площадь составила 40,4 га. Наиболее крупные из них – «Каккоровский» (28,5 га), «Анисимовщина» (6,1 га), «Береза карельская в Спасогубском лесхозе» (3,2 га).

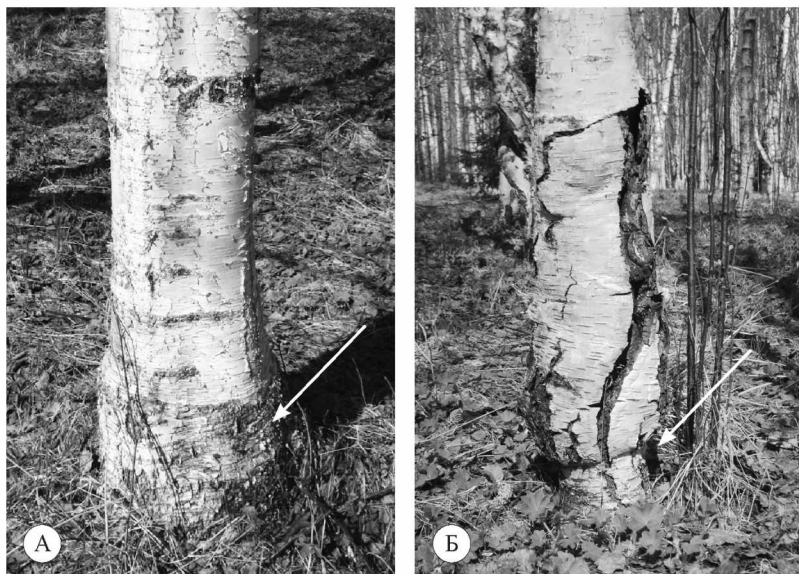


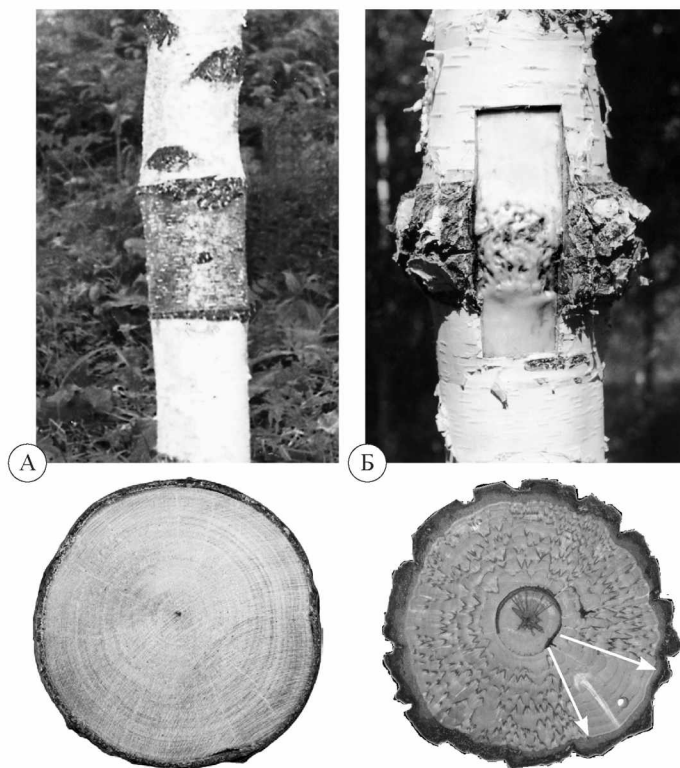
Рис. 11. Зона срастания привитых растений (указана стрелкой) при его ускоренном развитии у подвоя (береза повислая или береза пушистая) (А) или привоя (карельская береза) (Б)

Результаты исследований карельской березы, выполненные в Карелии в 70–80-е годы, были обобщены в монографиях В. И. Ермакова «Механизмы адаптации березы к условиям Севера» (1986) и В. И. Ермакова с соавт. «Внутри- и межвидовая трансплантация коры березы и ее регенерация при повреждении» (1991).

*Третий период* (постсоветский). С начала 90-х годов в Республике Карелия наблюдалось неуклонное сокращение ресурсов карельской березы. Общее число ее деревьев в природных популяциях уменьшилось до 1,5–2 тыс., тогда как в середине 20-го века их было около 6 тыс. В 90-е годы резко возросло браконьерство (незаконные рубки), ориентированное на вывоз древесины за пределы республики, в результате чего в некоторых ботанических заказниках карельская береза оказалась на грани исчезновения, а часть культур, созданных до 80-х годов, из-за отсутствия необходимого финансирования на проведение лесохозяйственных мероприятий по запасам древесины и лесоводственным показателям оказалась на среднем или низком уровне.



Тем не менее специалистами Карельского селекционно-семеноводческого центра в этот период велись работы, направленные на сохранение генофонда карельской березы и воспроизводство ее ресурсов. В частности, с 2004 по 2007 г. на территории Республики Карелия обследовано состояние природных популяций и искусственно созданных насаждений, выделены лучшие (плюсовые) деревья, налажено



*Рис. 12.* Ствол березы пушистой (реципиент) в год выполнения кольцевой (в виде пояса) пересадки тканей коры карельской березы (донор) (А) и спустя 9 лет (Б), а также текстура древесины на поперечных спилах, соответственно, реципиента и донора (в средней части пересаженного участка). Стрелками указаны краевые точки соединения древесины донора (карельская береза) с древесиной реципиента, образовавшейся (в виде сектора) по мере увеличения диаметра ствола

получение гибридных семян путем контролируемого опыления. На базе лесопитомника «Вилга» Петрозаводского лесхоза организовано выращивание селекционно-улучшенного посадочного материала карельской березы, начато восстановление заказников (табл. 4). Однако из-за отсутствия финансовых средств эти работы были приостановлены и до сих пор не возобновлены.

В середине 90-х годов начаты опытно-производственные испытания технологии клонального микроразмножения карельской березы. В 2003 г. после некоторого перерыва научно-исследовательские работы и внедрение современных биотехнологий для воспроизводства ресурсов карельской березы были продолжены. При этом в научном плане был сделан следующий шаг, в результате которого удалось индуцировать морфо- и органогенез непосредственно из апикальной меристемы вегетативных тканей плюсовых деревьев карельской березы (минуя этап каллусогенеза), что позволяет гарантированно получать желаемый результат.

Следует сказать, что к началу 21-го века карельская береза в Карелии оказалась под угрозой реального исчезновения, а проблема сохранения и восстановления ее генофонда приобрела особую остроту. Чтобы исправить ситуацию, была разработана и утверждена в 2008 г. решением Законодательного Собрания Республики Карелия региональная целевая Программа сохранения генофонда карельской березы и воспроизводства ее ресурсов на территории Республики Карелия. Однако начало выполнения программы по сути совпало с мировым и российским финансовым кризисом, что фактически остановило ее уже на старте. К тому же оставался нерешенным

**Таблица 4. Количество деревьев карельской березы и их сохранность в заказниках «Каккоровский» и «Спасогубский» после проведения работ по их восстановлению, % от числа посаженных**

Заказник и площадь восстановления	Количество деревьев					
	2005 г.	2006 г.	2008 г.		2017 г.	
			шт.	%	шт.	%
Каккоровский, 5,0 га	3500	–	~ 3150	~ 90	~ 1000	~ 29
Спасогубский, 2,0 га	–	1600	~ 800	~ 50	~ 400	~ 25

*Примечание.* 2005 и 2006 гг. – год посадки растений. Прочерк – посадка не проводилась.



вопрос о выделении земель, находящихся в федеральной собственности, и земель запаса, а также о переводе сельскохозяйственных земель в лесной фонд, на которых предполагалось создание лесных культур плантационного типа. Тем не менее в Институте леса КарНЦ РАН научная работа продолжалась в соответствии с целями и задачами программы. В частности, важным итогом этих усилий явилось создание *in vitro* коллекции клонов карельской березы вегетативного и семенного происхождения, полученной благодаря внедрению и использованию новейших биотехнологий (клональное микроразмножение) и обеспечивающей сохранение генотипов лучших деревьев с присущими им признаками узорчатой текстуры древесины. В настоящее время в коллекции поддерживается стерильная культура более 100 генотипов карельской березы разного географического происхождения (Республика Карелия, Ленинградская, Смоленская области, Дания, Норвегия, Швеция, Финляндия, Республика Беларусь) (<http://www.ckp-rf.ru/usu/465691/>). Среди клонов, входящих в состав коллекции *in vitro*, имеются и генотипы, которые по тем или иным причинам уже отсутствуют в природе.

Основные результаты исследований этого периода нашли отражение в монографиях Л. В. Ветчинниковой «Береза: вопросы изменчивости (морфо-физиологические и биохимические аспекты)» и «Карельская береза и другие редкие представители рода *Betula* L.», опубликованные, соответственно, в 2004 и 2005 гг. В 2008 г. была издана монография Л. Л. Новицкой «Карельская береза: механизмы роста и развития структурных аномалий», посвященная вопросам, связанным с регуляцией камбиального роста у древесных растений, и механизмам, определяющим формирование узорчатой текстуры в древесине карельской березы. В 2013 г. вышла в свет еще одна монография Л. В. Ветчинниковой с соавт. «Карельская береза: биологические особенности, динамика ресурсов и воспроизводство».

Говоря о сохранении генофонда карельской березы, необходимо отметить особую роль, которую играют в этом вопросе особо охраняемые природные территории (ООПТ). В России ООПТ, в состав насаждений которых входит карельская береза, созданы преимущественно на территории Карелии. Имеется также памятник природы во Владимирской области.

Основными ООПТ в Республике Карелия являются государственный природный заповедник «Кивач», государственный природный заказник «Кижский» и четыре государственных ботанических заказника регионального значения, территории которых включают в себя типичные местообитания карельской березы (рис. 13).

Работы с карельской березой в заповеднике «Кивач» (Кондопожский район), начатые еще в 1931 г., продолжаются и в настоящее время, и она по праву является одним из главных объектов его дендрологической коллекции (рис. 13, А). Оценивая общее состояние насаждений карельской березы на территории заповедника «Кивач» как удовлетворительное, следует иметь в виду, что несмотря на их искусственное происхождение, они были созданы преимущественно с использованием местного генетического материала и являются важной частью генофонда карельской березы, сосредоточенного в Республике Карелия.



Рис. 13. Карельская береза на территории государственного природного заповедника «Кивач» (А) и государственного природного заказника «Кижский» (Б)

Во второй половине 20-го века в охранной зоне музея-заповедника «Кижь» на площади около 4 га было выявлено более 200 деревьев карельской березы. В последние годы зарегистрировано около 20 деревьев, но только два из них имеют ярко выраженные внешние признаки наличия узорчатой текстуры древесины (рис. 13, Б).

Важным природным резерватом карельской березы является территория Заонежского полуострова (юго-восточная часть Карелии, Медвежьегорский район). Ее появление и сохранение здесь определяется целым рядом факторов, включая природно-климатические условия и особенности хозяйственного освоения данной территории. В 1950-е годы карельская береза произрастала в центральной части Заонежского полуострова и полосой тянулась с северо-запада (от с. Шуньга) на юго-восток (в сторону с. Сенная Губа) и встречалась в виде групп или отдельных деревьев. К 1976 г. в Медвежьегорском районе (Заонежский лесхоз, с 1984 г. ботанический заказник «Анисимовщина») на 17,1 га, что составляло менее 25% от общей площади природных популяций карельской березы, было выявлено около 3 тыс. деревьев, или 72% от общего их количества, зарегистрированного на тот момент в Карелии (табл. 5).

До сих пор основные ресурсы карельской березы в Республике Карелия сосредоточены на территории Заонежского полуострова и представлены в ботаническом заказнике «Анисимовщина»,

**Таблица 5. Карельская береза естественного происхождения и занимаемая ею площадь в лесхозах Карелии к 1976 г.**

Лесхоз	Лесничество	Количество деревьев	Площадь, га	Средний возраст, лет
Заонежский	Северное	471	9,4	—
	Толвуйское	2168	5,7	—
	Кижское	217	2,0	—
Всего по лесхозу		2856	17,1	
Прионежский	Шелтозерское	118	21,0	~ 50
	Рыборецкое	608	26,0	~ 35
Всего по лесхозу		726	47,0	
Спасогубский	Спасогубское	375	8,3	~ 32–35
Всего по лесхозу		375	8,3	
В целом		3957	72,4	

*Примечание.* Прочерк означает отсутствие данных.



*Рис. 14.* Внешний вид стволовой части лучших деревьев карельской березы, произрастающих в ботаническом заказнике «Анисимовщина» (Медвежьегорский район, Республика Карелия)

который уникален не только по количеству, но и по качеству произрастающих здесь растений (рис. 14). Такого рода природные популяции карельской березы не встречаются больше нигде в России.

В Прионежском районе в 1960-е годы популяция карельской березы, расположенная вблизи д. Каккорово, была второй по численности после заонежской (ботанический заказник «Анисимовщина»). По результатам инвентаризации, проведенной в 1976 г. работниками Петрозаводской лесосеменной производственной станции, здесь было зарегистрировано более 1 тыс. деревьев карельской березы как естественного (более 600 деревьев) (табл. 5), так и искусственного происхождения. Среди них было выделено около 200 плюсовых (лучших) деревьев. В дальнейшем, в 1976 г., эта популяция получила статус природоохранного объекта, а в 1984 г. стала государственным ботаническим заказником «Каккоровский».

Недалеко от ботанического заказника «Анисимовщина» на побережье губы Святуха (Онежское озеро, Медвежьегорский район) располагается урочище Баев-наволоок, объявленное в 1930-е годы охраняемой территорией, где на площади 8 га находилось около 500 деревьев карельской березы. В настоящее время их насчитывается не более 100, но, к сожалению, территория не имеет статуса ООПТ.

Отметим, что первый в нашей стране ботанический заказник карельской березы площадью 8,3 га с целью охраны и ее воспроизводства в природных условиях был создан в Карелии в 1956 г. на территории Кондопожского района в Спасогубском лесничестве, а позднее и в других районах республики. В 1976 г. Министерство лесного хозяйства КАССР во исполнение постановления Совета министров КАССР приняло решение о проведении инвентаризации всех выявленных в природе участков произрастания карельской березы и оформлении их в качестве постоянных заказников местного значения. В результате этого в 1984 г. официальный статус ботанического заказника «Береза карельская в Спасогубском лесхозе» был закреплен за другим участком, который находится вблизи д. Утуки в лесничестве Марциальное на площади 5,7 га недалеко от с. Спасская Губа (Кондопожский район).

На основании проведенной инвентаризации только четыре объекта с наибольшим количеством деревьев получили в 1984 г. официальный статус постоянного государственного ботанического заказника карельской березы: «Анисимовщина», «Каккоровский», «Спасогубский» и «Береза карельская у деревни Царевичи» (табл. 6). Рубку деревьев в заказниках карельской березы разрешалось производить в исключительных случаях и/или в порядке санитарных рубок, но только после получения соответствующего разрешения Совета Министров Карельской АССР.

**Таблица 6. Государственные ботанические заказники карельской березы в Республике Карелия и некоторые изменения, внесенные в их названия и занимаемую ими площадь в соответствии с постановлениями правительства, принятыми в разные годы**

1984 г.		2004 г.		2012 г.	
Название заказника	Площадь, га	Название заказника	Площадь, га	Название заказника	Площадь, га
Анисимовщина	6,1	Анисимовщина	5,4	Анисимовщина	5,4
Каккоровский	28,5	Каккоровский	26,0	Каккоровский	26,0
Заказник	5,7	Береза карельская в Спасогубском лесхозе	5,7	Спасогубский	4,9
Заказник	0,1	Береза карельская у деревни Царевичи	0,1	Береза карельская у деревни Царевичи	0,1
Всего	40,4		37,2		36,4

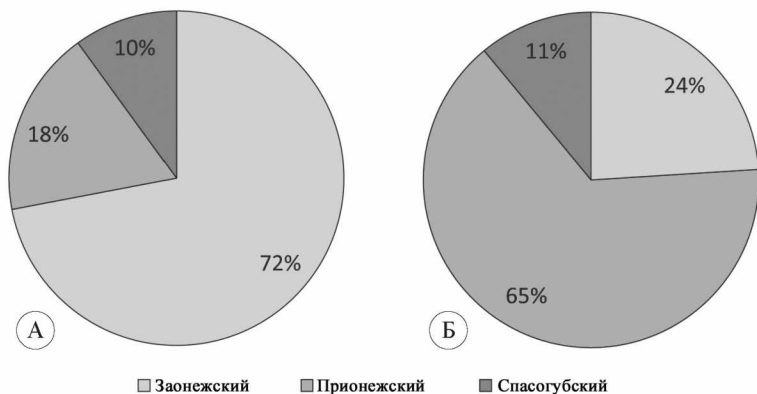


Рис. 15. Количество деревьев карельской березы (А) в природных популяциях и занимаемая ими площадь (Б) в разных лесхозах Республики Карелия (Заонежский, Прионежский, Спасогубский) по данным инвентаризации 1976 г.

В 2004 г. в упомянутое постановление были внесены некоторые изменения, касающиеся главным образом названия заказников и их площади (табл. 6). Позднее в 2012 г. ботанический заказник «Береза карельская в Спасогубском лесхозе» переименован в «Спасогубский» с изменением его общей площади (с 5,4 га до 4,9 га).

Следует заметить, что распределение деревьев карельской березы на занимаемой ими площади в различных районах республики до начала организации заказников было весьма неравномерным. К 1976 г. более 70% от общей численности выявленных деревьев карельской березы находилась на территории Заонежского лесхоза (рис. 15, А), которая составляла менее 25% от занимаемой ею площади (рис. 15, Б). Наибольшие площади (65%) зарегистрированы в Прионежском лесхозе, хотя численность деревьев карельской березы здесь была в 4 раза ниже, чем в Заонежском (рис. 15, А).

Результаты инвентаризации карельской березы, проведенной в начале 21-го века, в действующих ботанических заказниках на территории Республики Карелия выявили резкое ухудшение их состояния, а количество деревьев со времени их образования существенно уменьшилось. Большинство деревьев по своему возрасту (80 лет и более) находятся сегодня на средней и даже поздней генеративных стадиях

развития и характеризуются резким снижением семенной продуктивности. Очевидно, поэтому жизнеспособный подрост у карельской березы практически отсутствует. Процесс сокращения численности деревьев в популяциях карельской березы обусловлен и ее низкой конкурентоспособностью по сравнению с другими древесными породами. Уход за карельской березой в ботанических заказниках проводился крайне редко, а в последние 30 лет отсутствовал вообще. В результате и в Заонежье (заказник «Анисимовщина»), и в Прионежье (заказник «Каккоровский») встречаются засохшие на корню от недостатка света и упавшие на землю деревья, уже частично пораженные гнилью. В заказнике «Береза карельская у деревни Царевичи» вследствие высокой плотности насаждения оказалось, что из 93 сохранившихся деревьев только 14 имеют явные признаки карельской березы.

Добавим к этому, что в 90-е годы имели место выборочные рубки, в результате которых не только существенно сократились ресурсы карельской березы, но уменьшился и ухудшился ее общий генофонд, так как в случае незаконных рубок, как правило, исчезали наиболее ценные генотипы. Особенно сильно при этом пострадали популяции в ботанических заказниках «Спасогубский» и «Каккоровский». Так, в заказнике «Спасогубский» из 261 дерева карельской березы (согласно данным инвентаризации, проведенной в 1991 г.) к настоящему времени сохранилось всего четыре дерева естественного происхождения (табл. 7), растущих на большом расстоянии друг от друга. Уменьшилась численность карельской березы и в заказнике «Каккоровский» (табл. 8).

**Таблица 7. Изменение площади, количества деревьев и плотности популяций карельской березы в ботанических заказниках, расположенных на территории Республики Карелия, зафиксированные в 1976 и 2005 гг.**

Показатель	Ботанический заказник					
	Анисимовщина		Каккоровский		Спасогубский	
	1976 г.	2005 г.	1976 г.	2005 г.	1976 г.	2005 г.
Площадь, га	5,7	4,4	26	26	8,3	4,9
Количество деревьев, шт.	2168	1639	608	30	375	4
Плотность популяции, кол-во деревьев на 1 га	380,4	372,5	23,4	1,2	45,2	0,8

*Примечание.* 1976 г. – данные Петрозаводской лесосеменной станции.



**Таблица 8. Динамика численности карельской березы  
в ботаническом заказнике «Каккоровский»**

Год	Количество деревьев		
	в природной популяции	в культурах	всего
1973	~ 1200	–	~ 1200
1976	608	690	1298
1986	759	741	1500
1998	–	–	297
2008	~ 30	3150	~ 3180
2017	~ 15	~ 1000	> 1000

*Примечание.* Прочерк означает отсутствие данных.

Анализ генетического разнообразия внутри популяций карельской березы, находящихся на территории заказников «Анисимовщина» и «Каккоровский», с применением микросателлитных маркеров позволил установить, что в обоих заказниках значения ожидаемой гетерозиготности ( $H_E$ ) превосходят величину наблюдаемой гетерозиготности ( $H_O$ ), что говорит о преимущественном накоплении в них гомозигот (табл. 9). Обнаруженное снижение доли гетерозигот, в свою очередь, может свидетельствовать о пониженной выживаемости растений в изученных популяциях в целом и уменьшении генетического разнообразия в каждой из них.

Нельзя исключить, что результатом происходящих процессов в перспективе может стать полное исчезновение карельской березы в природных условиях Республики Карелия (а следовательно, и в России). Понимая эту опасность, в 2005–2006 гг. в республике

**Таблица 9. Показатели генетического разнообразия природных популяций карельской березы, находящихся в границах ООПТ на территории Республики Карелия**

Популяции	Количество аллелей	Гетерозиготность	
		наблюдаемая ( $H_O$ )	ожидаемая ( $H_E$ )
Анисимовщина	7,0	0,53	0,67
Каккорово-1	7,0	0,56	0,70
Каккорово-2	6,5	0,46	0,67

начали восстановление ботанических заказников «Каккоровский» и «Спасогубский». Посадочным материалом служили сеянцы, полученные из семян от контролируемого опыления плюсовых деревьев местного происхождения. Приживаемость растений в заказнике «Каккоровский» составила около 90 %, а в «Спасогубском» – только 50 % (см. табл. 4), поскольку в первом из них своевременно были проведены агротехнические уходы. Вследствие этого у растений в заказнике «Каккоровский» проявление косвенных признаков узорчатой древесины у отдельных растений отмечено уже на второй год после посадки саженцев.

Благодаря работам, направленным на восстановление заказников, начатым в начале 21-го века, процесс сокращения численности карельской березы удалось частично приостановить. Тем не менее по-прежнему имеются серьезные опасения относительно будущего популяций этого вида в заказниках, поскольку в последние годы в них не ведутся ни агротехнические, ни лесоводственные уходы. Это может стать причиной, с одной стороны, зарастания вновь созданных насаждений быстрорастущими лиственными породами (например, ивой, осиной и березой), а с другой стороны, при наличии высокой травы саженцы часто повреждаются мышевидными грызунами. По-прежнему сохраняется проблема качественного и своевременного выполнения уходов и в тех ботанических заказниках, где отмечено естественное семенное возобновление березы повислой и березы пушистой, что также сказывается отрицательно на генетической структуре популяций, находящихся в ботанических заказниках, созданных исключительно для сохранения и воспроизводства карельской березы.

Тем не менее, несмотря на недостаточный объем реально проводимых в ООПТ работ по охране и уходу за растениями, природные популяции карельской березы в нашей республике по-прежнему остаются наиболее крупными в России, и их сохранение имеет огромное научное и практическое значение.

## ГЛАВА 5

### ВЛИЯНИЕ АНТРОПОГЕННЫХ ФАКТОРОВ НА СОСТОЯНИЕ РЕСУРСОВ КАРЕЛЬСКОЙ БЕРЕЗЫ

*Массовые и выборочные рубки.* К важнейшим негативным антропогенным воздействиям в отношении карельской березы прежде всего следует отнести массовые и выборочные рубки, зачастую носящие неконтролируемый и незаконный характер. Известно, что в районах ее произрастания местное население в течение длительного времени использовало оригинальную и прочную древесину для изготовления различных хозяйственно-бытовых изделий и мебели, а также отделочных работ. При этом более высокие и крупные по диаметру стволы употребляли на изготовление досок, а короткоствольные и кустообразные (но обладающие более насыщенной текстурой) – предметов домашнего обихода. Например, в 1930 г. в Карелии в Петровском районе (ныне Кондопожский район) однократно произвели заготовку 5500 кг древесины карельской березы, ориентированную на вывоз за пределы республики. Позднее, в 1935 г., в Заонежском районе на постоянной основе была организована уже упоминавшаяся нами специальная артель-школа «Карельская береза» по изготовлению различных кустарно-художественных изделий и мебели. Добавим, что древесина карельской березы благодаря свилеватости (изогнутости) волокон горит по сравнению с обычной березой дольше и дает больше тепла, поэтому длительное время она использовалась местным населением в качестве дров.

Непоправимый ущерб карельской березе был нанесен в годы Второй мировой войны и временной финской оккупации: интенсивные рубки в этот период привели к значительному сокращению ее численности (хотя оценить это количественно из-за отсутствия соответствующих документов сложно). Особенно сильно при этом пострадали семенные участки в бывших тогда Заонежском, Петровском, Шелтозерском, Ведлозерском и Пряжинском районах Карелии, где наилучшие по высоте и текстуре древесины семенные деревья были вырублены и вывезены в Финляндию.

Новая большая волна рубок карельской березы пришлась на начало 90-х годов, когда резко возросло браконьерство и объемы незаконных рубок. По официальным данным только за период 1996–2003 гг. на территории Карелии было вырублено около 1,5 тыс. деревьев, различных по форме роста и степени узорчатости (табл. 10). К примеру, были утрачены все плюсовые деревья на территории Петрозаводского лесопитомника «Вилга» и в отобранном ранее плюсовом насаждении (вблизи д. Шуньга Медвежьегорского района), частично – на Петрозаводской лесосеменной плантации, в архиве клонов, на территории природного заказника «Кижский».

В этот же период уничтожена значительная часть деревьев в ботанических заказниках «Анисимовщина» (197 из 1836) и «Береза карельская у деревни Царевичи» (70 из 163), а ботанические заказники «Каккоровский» и «Спасогубский» оказались, по сути, на грани полного исчезновения (рис. 16). В целом общая площадь ботанических заказников карельской березы сократилась с 40,4 до 36,4 га, но самое главное, в естественных условиях численность деревьев в Карелии в целом упала более чем в 2 раза – с 3957 до 1703 (по данным инвентаризации 1976 и 2005 гг. соответственно).

В результате сегодня природные популяции карельской березы представлены преимущественно деревьями со слабо выраженной узорчатой текстурой древесины или измененной формой роста, сформированной порослевыми побегами вокруг пней, оставшихся от спиленных или срубленных деревьев. В природных популяциях преобладают средневозрастные генеративные деревья (80 лет и более). Молодые генеративные особи также встречаются, но очень

**Таблица 10. Количество срубленных стволов (с учетом многоствольных деревьев) карельской березы и объемы их древесины в разных лесхозах Республики Карелия (в период с 1994 по 2007 г.)**

Лесхоз	Количество стволов	Объем древесины, м <sup>3</sup>
Заонежский	704	98
Спасогубский	70	23
Прионежский	320	18
Ладвинский	283	~ 16
Всего	1377	~ 155

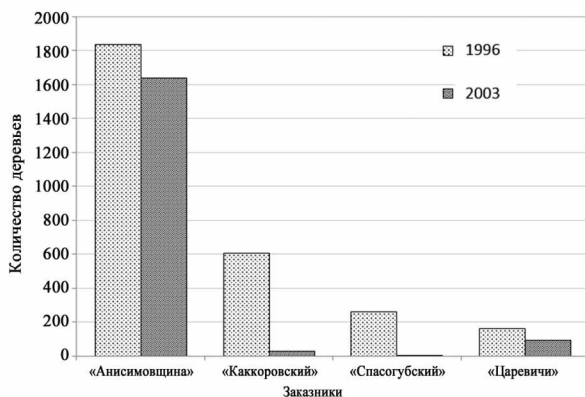


Рис. 16. Изменение численности деревьев карельской березы в ботанических заказниках Республики Карелия в период с 1996 по 2003 г.

редко. Вероятно, этим, наряду с другими причинами, обусловлено и фактически полное отсутствие у карельской березы естественно-го возобновления, что ведет к обеднению генофонда и в дальнейшем грозит его полной деградацией.

*Агротехнические мероприятия.* Определенное негативное влияние на ресурсы карельской березы могли оказывать и некоторые виды агротехнических мероприятий, такие, например, как подсечно-огневое земледелие или обработка территорий, используемых в хозяйственных целях, ядохимикатами. В Карелии к началу 30-х годов 20-го столетия подсечная система земледелия еще использовалась в Сегозерском, Петровском, Кондопожском, Заонежском и Шелтозерском районах, т. е. в местах наибольшего распространения карельской березы. Хотя заметим, что пожары, с одной стороны, оказывали на карельскую березу, так же как и на другие виды деревьев, губительное влияние, а с другой – отчасти способствовали ее расселению.

В 1968 г. в Карелии при обработке сенокосных угодий гербицидами их воздействию подверглись прилегающие к ним леса, в результате значительно пострадала популяция карельской березы, расположенная в прибрежной зоне оз. Мунозеро (на площади 274 га погибло 125 деревьев), находящегося частично в охранный зоне природного заповедника «Кивач».

К позитивным мерам, направленным на сохранение и/или восстановление численности популяций и генофонда карельской березы, следует отнести такие как: придание ей статуса особо охраняемого биологического объекта; создание ООПТ (включая заповедники и ботанические заказники), организация хозяйств, специализирующихся на разведении карельской березы, и лесных культур; выявление плюсовых (лучших) деревьев и создание на их основе плантаций, развитие и внедрение в практику новых биотехнологий, а также расширение работ по интродукции карельской березы в другие регионы.

*Придание карельской березе статуса особо охраняемого биологического объекта и создание ООПТ.* В силу ограниченности ресурсов карельской березы и локальности ее произрастания в ряде стран, включая Россию, неоднократно поднимался вопрос о необходимости ее охраны. Так, в 1939 г. вышло специальное постановление Совета народных комиссаров Карельской АССР, в котором она была объявлена особо охраняемой породой. Были запрещены рубки карельской березы, начаты работы по ее инвентаризации и воспроизводству. Заметим, что даже ее санитарные рубки без специального разрешения Совета Министров Карельской АССР не проводились. В 1985 и 2007 гг. карельская береза была включена в первое (Красная книга Карелии, 1985) и последнее (третье) издания Красной книги Республики Карелия (2007) с категорией, соответствующей исчезающим, находящимся в опасном состоянии видам. Однако во второе издание Красной книги Карелии (1995) из-за отсутствия статуса самостоятельного вида она не была включена. Добавим, что карельская береза входит в перечень видов (пород) деревьев и кустарников, заготовка древесины которых в России запрещена.

Наибольшие ресурсы в России, как уже отмечалось, в настоящее время находятся на территории Карелии, и созданные здесь ООПТ обеспечивают сохранение и охрану более 90 % ресурсов карельской березы (табл. 11). При этом большая часть деревьев (почти 95 %) оказалась сосредоточенной в четырех ботанических заказниках регионального значения: «Анисимовщина», «Каккоровский», «Спасогубский» и «Береза карельская у деревни Царевичи»,



которые суммарно занимают не более 0,01% от общей площади всех ООПТ, созданных с участием карельской березы (см. гл. 4). Заметим также, что первые три ботанических заказника соответствуют по своему местонахождению ранее существовавшим природным популяциям карельской березы, описанным еще в 50-е годы Н. О. Соколовым в Заонежье, а также в южной и северной частях Прионежья, где на момент образования заказников возраст деревьев составлял около 40 лет, а четвертый создан искусственно в 1934 г. в северной части Прионежья путем посева семян на вырубке.

**Таблица 11. Численность деревьев карельской березы на ООПТ и территориях специального назначения, расположенных в Республике Карелия (к началу 21-го века)**

Название ООПТ и территорий специального назначения	Количество деревьев		
	в природе	в культуре	
		> 25 лет	< 15 лет
Кондопожский район			
ГПЗп «Кивач»	Единичные	90	5
и охранный зона (побережье оз. Мунозеро)	~ 30	~ 190	–
ГБЗк «Спасогубский»	4	–	~ 400
Медвежьегорский район			
ГПЗк «Кижский»	7	–	~ 100
ГБЗк «Анисимовщина»	~ 1600	~ 1300	–
и урочище Баев-наволоок	~ 100	–	–
Заонежская ЛСП	–	~ 5000	~ 2500
Прионежский район			
ГБЗк «Каккоровский»	~ 30	~ 40	~ 1000
ГБЗк «Береза карельская у деревни Царевичи»	–	93	–
Петрозаводская ЛСП (архив клонов)	–	~ 50	–
Агробиологическая станция КарНЦ РАН	–	~ 800	~ 800

*Примечание.* ГПЗп – государственный природный заповедник; ГПЗк – государственный природный заказник; ГБЗк – государственный ботанический заказник; ЛСП – лесосеменная плантация.



Во второй половине 20-го века в Карелии, помимо этого, были организованы и до сих пор функционируют территории специального назначения – Заонежская и Петрозаводская лесосеменные плантации. Более 1,6 тыс. деревьев, начиная с 1957 г., выращиваются на опытных участках Института леса КарНЦ РАН, расположенных на территории Агробиологической станции КарНЦ РАН (в пригороде г. Петрозаводска) (табл. 11).

Несомненно, ООПТ, созданные на территории Карелии, внесли решающий вклад в сохранение генофонда и генетического разнообразия карельской березы и продолжают играть важную роль в этом деле. Необходимо также иметь в виду, что в них представлена основная и наиболее ценная часть генофонда, а ее лучшие деревья являются главным объектом для проведения различных научных исследований и осуществления практических работ по ее воспроизводству и интродукции. Однако по-прежнему имеются серьезные опасения относительно их будущего, так как в последние годы в них не ведутся регулярные уходы. Поэтому сохранение имеющегося генофонда карельской березы, прежде всего за счет правильной организации работы ООПТ (и особенно ботанических заказников), является важной государственной задачей.

*Создание лесных культур и отбор плюсовых деревьев.* Для России в свое время пионерскими стали работы по размножению карельской березы семенами, начатые в 1931 г. на территории заповедника «Кивач». В 1934 г. были созданы первые лесные культуры карельской березы на территории Петрозаводского, а в 1939 г. – Заонежского лесхоза. Послевоенный (советский) период характеризовался активизацией в Карелии работ по организации лесных культур карельской березы (см. гл. 4). Первоначально их создание осуществлялось путем проведения мероприятий, способствующих естественному возобновлению, или посевом семян. Дальнейшее развитие лесные культуры получили после организации специализированных хозяйств в Заонежском лесхозе, Спасогубском и Рыборецком лесничествах. Однако следует признать, что лесные культуры, созданные в основном в 70-е и 80-е годы по используемой на тот период технологии (из семян от свободного опыления, с высокой нормой посева в питомниках и т. д.) на больших площадях, также не оправдали связанные с ними большие ожидания.

Важное значение для воспроизводства ресурсов карельской березы имели работы по отбору плюсовых деревьев, которые в дальнейшем использовались при гибридизации и вегетативном размножении. В период с 1978 по 1981 г. было отобрано 64 таких дерева, к 1983 г. – 99. В целом в республиканском реестре было зарегистрировано 167 плюсовых деревьев карельской березы. В дальнейшем для посева стали применяться гибридные семена, полученные в результате контролируемого опыления деревьев, обладающих наиболее выраженными внешними признаками проявления узорчатой древесины, что позволило значительно увеличить количество «узорчатых» особей в потомстве. С участием вегетативного и семенного потомства плюсовых деревьев карельской березы были созданы лесосеменные плантации (на площади 42,1 га) и архив клонов (от 40 генотипов), полученных путем прививки (0,4 га).

В целом к 1986 г. в Республике Карелия общая площадь лесных культур составила более 5 тыс. га. Однако в дальнейшем их объемы значительно сократились (см. табл. 3). Более того, в 90-е годы обозначилась явная тенденция к уменьшению числа плюсовых деревьев, и к 2013 г. их сохранилось всего 68. Помимо деревьев, в Карелии были отобраны 6,3 га плюсовых насаждений, из которых 4,2 га позднее были списаны как несоответствующие требованиям по санитарному состоянию, а насаждение площадью 2,1 га, представленное более чем 1 тыс. деревьев, существенно пострадало в результате незаконных рубок.

Таким образом, современные данные показывают, что для успешного разведения карельской березы целесообразно создавать специализированные хозяйства, но их эффективность будет зависеть главным образом от качества посадочного материала и регулярности проведения агротехнических и лесоводственных мероприятий. В Карелии хорошим примером в этом плане являются культуры плантационного типа, находящиеся на территории Заонежской лесосеменной плантации и на опытных участках Института леса КарНЦ РАН, расположенных на территории Агробιοлогической станции КарНЦ РАН, посадочный материал которых получен из семян от контролируемого опыления, а также в результате прививки или путем клонального микроразмножения, с организацией регулярных уходов в течение 7–10 лет от начала их создания.

*Разработка и внедрение в практику новых биотехнологий.* Важным способом сохранения и воспроизводства ресурсов карельской березы следует считать разработку и внедрение новых биотехнологий, таких как клональное микроразмножение, начало которым положено в 90-е годы. Их применение способствует массовому производству качественного посадочного материала с заданными свойствами в целях создания культур плантационного типа (рис. 17).

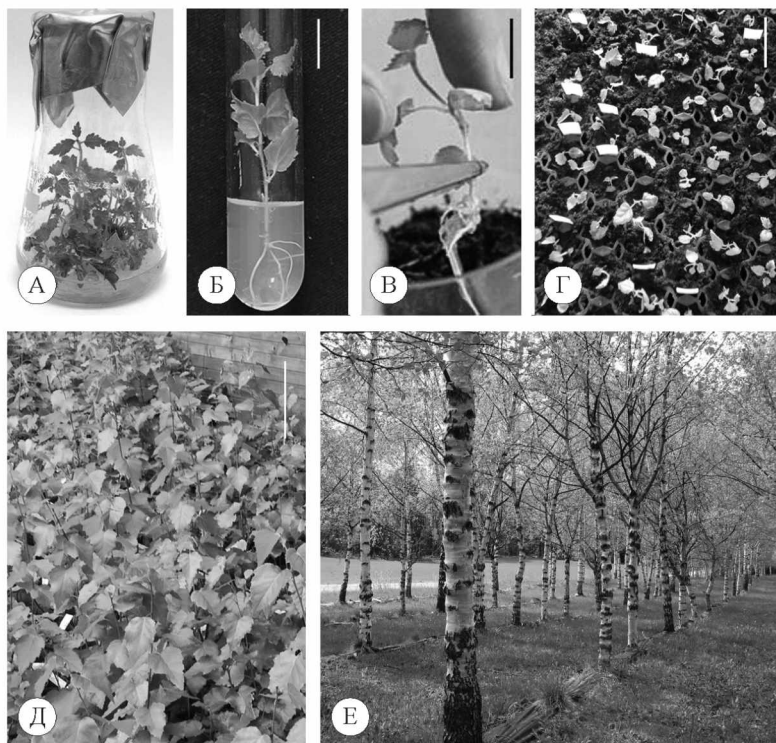


Рис. 17. Основные этапы создания культур карельской березы плантационного типа на основе клонального микроразмножения: культура побегов *in vitro* (А); укоренение побегов *in vitro* (спустя три недели) (Б); растения-регенеранты, перенесенные из стерильных условий (*in vitro*) в нестерильные (*ex vitro*) (В); высаженные в специальные кассеты типа Plantek-F (Г) и спустя три месяца (Д) (масштабная линейка Б–В – 1 см; Г, Д – 10 см); плантация взрослых деревьев в возрасте 15 лет (Е)

Важно, что клональное микроразмножение (на основе культуры апикальной меристемы вегетативных побегов) позволяет получать растения карельской березы с гарантированными признаками узорчатой текстуры древесины и сохранять растительный материал, поддерживая его в стерильных условиях в течение нескольких десятилетий, формируя коллекцию генотипов лучших деревьев (часть из которых даже уже не существует в природе). Подобная *in vitro* коллекция клонов карельской березы разного географического происхождения создана и поддерживается в Институте леса КарНЦ РАН (<http://www.ckp-rl.ru/usu/465691/>), является наибольшей в мире и насчитывает в настоящее время более 100 генотипов.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В последние десятилетия заметно усилился интерес к изучению местообитаний и состояния ресурсов не только основных видов лесной дендрофлоры, но и редких, находящихся на грани исчезновения в результате антропогенных воздействий и глобального изменения климата. Среди них особое место занимает карельская береза *Betula pendula* var. *carelica*, ареал которой исторически сформировался исключительно на территории стран Балтийского региона благодаря особому сочетанию в данном макрорегионе климатических, геоморфологических и эдафических условий. Возможно, что изначально он занимал единое пространство, но затем в процессе эволюции приобрел явно выраженную фрагментированность, что повлекло за собой изменение границ ареала в целом.

Несмотря на то что ареал карельской березы носит локальный и ограниченный характер, ее появление в указанном макрорегионе является отражением особого направления в эволюции рода *Betula*, в результате которого у карельской березы сформировался и закрепился качественно новый морфотип, обеспечивший ей собственные способы и механизмы адаптации к вполне определенной экологической нише. При этом узорчатая текстура древесины – один из отличительных признаков карельской березы и ее высокоценное свойство – устойчиво наследуется не только при вегетативном размножении, но и в семенном потомстве (когда материнские и отцовские деревья представлены карельской березой). Важно, что в результате эволюционных изменений карельская береза оказалась в числе наиболее приспособленных растений к тем местообитаниям, которые часто малопригодны для других древесных видов. Например, благодаря полиморфизму по форме роста (от деревьев до кустарников) у нее расширились возможности существования, которые позволяют ей нормально расти и развиваться в разных экологических условиях и местообитаниях, а формирование «узорчатости» в древесине способствовало усилению механической функции ствола деревьев и появлению возможности накопления

бóльшего количества запасных веществ и их более рациональному использованию при ухудшении внешних условий.

Однако низкая конкурентоспособность карельской березы и многочисленные неконтролируемые рубки привели к началу 21-го века к резкому снижению численности карельской березы и занимаемой ею площади. Добавим, что из-за низкого уровня естественного возобновления на всем протяжении ее ареала (о чем свидетельствует почти полное отсутствие виргинильных и молодых генеративных растений) происходит снижение жизнеспособности ее популяций в целом. Поэтому резкое сокращение численности ее популяций, наблюдаемое в настоящее время, создает реальную угрозу в плане не только существенного снижения генетического разнообразия, но и значительного сокращения ее природных ресурсов.

Надо отметить, что в настоящее время важная роль в сохранении биологического разнообразия и охране редких и находящихся под угрозой исчезновения видов принадлежит ООПТ. В России ООПТ, в состав насаждений которых входит карельская береза, созданы почти исключительно на территории Республики Карелия. Причем в целом они обеспечивают сохранение более 90 % ресурсов карельской березы, среди них бóльшая часть (95 %) природных популяций карельской березы находится в заказниках, которые суммарно занимают не более 0,01 % от площади всех ООПТ с ее участием, созданных в республике. Несмотря на недостаточный объем реально проводимых в ООПТ работ по охране и уходу за растениями, именно здесь представлена основная и наиболее ценная часть генофонда карельской березы, имеющаяся на территории России, его сохранение имеет огромное научное и практическое значение. Кроме того, они служат источником для получения семян и пополнения коллекции клонов в культуре тканей, которые являются основой воспроизводства и реинтродукции карельской березы.

Вместе с тем становится все более очевидным, что основой сохранения и воспроизводства карельской березы на современном этапе и в дальнейшем помимо ООПТ может и должно стать развитие плантационного выращивания этой ценной породы, а применение новых биотехнологий позволит существенно расширить реализацию этих возможностей.

С экономической точки зрения наиболее оправдано осуществлять производственное (массовое) выращивание карельской березы по двум сценариям, дополняющим друг друга: долгосрочному – создание искусственных насаждений (плантационных культур) для использования древесины в промышленных целях и краткосрочному – выращивание посадочного материала для озеленения населенных пунктов и интродукции в другие регионы.

Подчеркнем еще раз, решение проблемы восстановления генофонда карельской березы и ее расширенного воспроизводства безусловно является важной государственной задачей. И от того, с какой полнотой и как быстро она будет решена, зависит, удастся ли нам сохранить и улучшить генофонд карельской березы, а также увеличить в перспективе ее ресурсы до объемов, позволяющих использовать этот уникальный и высокоценный биологический объект в промышленных целях.



## ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА

*Ветчинникова Л. В.* Береза: вопросы изменчивости (морфо-физиологические и биохимические аспекты). М.: Наука, 2004. 183 с.

*Ветчинникова Л. В.* Карельская береза и другие редкие представители рода *Betula* L. М.: Наука, 2005. 269 с.

*Ветчинникова Л. В., Титов А. Ф., Кузнецова Т. Ю.* Карельская береза: биологические особенности, динамика ресурсов и воспроизводство. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2013. 312 с.

*Ветчинникова Л. В., Титов А. Ф.* Карельская береза – уникальный биологический объект // Успехи современной биологии. 2019. Т. 139. № 5. С. 412–433.

*Евдокимов А. П.* Биология и культура карельской березы. Л., 1989. 228 с.

*Ермаков В. И.* Механизмы адаптации березы к условиям Севера. Л., 1986. 144 с.

*Ермаков В. И., Новицкая Л. Л., Ветчинникова Л. В.* Внутри- и межвидовая трансплантация коры березы и ее регенерация при повреждении. Петрозаводск, 1991. 184 с.

*Любавская А. Я.* Селекция и разведение карельской березы. М., 1966. 124 с.

*Любавская А. Я.* Карельская береза. М., 1978. 158 с.

*Новицкая Л. Л.* Карельская береза: механизмы роста и развития структурных аномалий. Петрозаводск: Verso, 2008. 144 с.

Особо охраняемые природные территории Республики Карелия. Петрозаводск, 2017. 432 с.

*Побирушко В. Ф.* Распространение и изменчивость березы карельской в Беларуси // Ботаника. Минск: Навука і тэхніка, 1992. Вып. 31. С. 31–39.

*Соколов Н. О.* Краеводам о карельской березе. Петрозаводск, 1938. 16 с.

*Соколов Н. О.* Карельская береза. Петрозаводск, 1950. 116 с.

*Соколов Н. О.* Карельская береза. Л., 1959. 36 с.

## ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

Белоусова Н. А. Лесные и ботанические заказники Карелии // Охраняемые природные территории и памятники природы Карелии. Петрозаводск, 1992. С. 71–81.

Ветчинникова Л. В., Титов А. Ф. Карельская береза в заказниках Республики Карелия: история, современное состояние и проблемы // Ботан. журн. 2018. Т. 103. № 2. С. 256–265.

Ветчинникова Л. В., Титов А. Ф. Роль особо охраняемых природных территорий в сохранении генофонда карельской березы // Труды КарНЦ РАН, серия Экологические исследования. 2018. Т. 10. С. 3–10.

Ветчинникова Л. В., Титов А. Ф. Современное состояние ресурсов *Betula pendula* var. *carelica* (Betulaceae) // Растительные ресурсы. 2020. Т. 56. № 1. С. 16–33.

Ветчинникова Л. В., Титов А. Ф. Карельская береза: разновидность или самостоятельный вид? // Изв. вузов. Лесн. журн. 2020. № 1. С. 26–48.

Ветчинникова Л. В., Титов А. Ф. Особенности структуры популяций карельской березы // Успехи современной биологии. 2020. Т. 140. № 6.

Ветчинникова Л. В., Титов А. Ф. О границах ареала карельской березы // Изв. вузов. Лесн. журн. 2020. № 6.

Коровин В. В., Новицкая Л. Л., Курносоев Г. А. Структурные аномалии стебля древесных растений. М., 2003. 280 с.

Красная книга Республики Карелия. Петрозаводск, 2007. С. 45–46.

Сулей М. Пороги для выживания: поддержание приспособленности и эволюционного потенциала // Биология охраны природы. М., 1983. С. 177–196.

Хедрик Ф. Генетика популяций. М., 2003. 588 с.

Hagqvist R., Mikkola A. Visakoivun kasvatus ja käyttö. Metsäkustannus Oy, 2008. 168 s.

Kosonen M., Leikola M., Hagqvist R., Mikkola A., Välihalo H. Visakoivu. Curly birch. Kustannusosakeyhtiö Metsälehti, 2004. 201 p.

Pagan J., Paganová V. Breza biela svalcovitá (*Betula alba* L. var. *carelica* Merk.) // Vedecké a pedagogické aktuality. 1994. N 10. 75 s.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение .....	3
Глава 1. Краткая характеристика природно-климатических условий Карелии .....	5
Глава 2. Распространение и характеристика местообитаний карель- ской березы .....	7
Глава 3. Границы ареала карельской березы .....	18
Глава 4. Карельская береза в Карелии .....	28
Глава 5. Влияние антропогенных факторов на состояние ресурсов карельской березы .....	45
Заключение .....	54
Основная литература .....	57
Дополнительная литература .....	58

Научное издание

**Ветчинникова Лидия Васильевна  
Титов Александр Федорович**

**КАРЕЛЬСКАЯ БЕРЕЗА:  
АРЕАЛ И РЕСУРСЫ**

*Учебное пособие*

*Печатается по решению Ученого совета  
Института леса КарНЦ РАН*

Редактор *Л. В. Кабанова*  
Оригинал-макет *М. И. Федорова*

Фотографии: Л. В. Ветчинниковой  
(рис. 1–5, Б; 10–13, А; 14; 17, А, Г–Е),  
О. С. Серебряковой (рис. 5, А; 13, Б),  
О. В. Иващенко (рис. 17, Б–В)

Подписано в печать 10.11.2020 г. Формат 60×84<sup>1</sup>/<sub>16</sub>.  
Гарнитура Times. Печать офсетная.  
Уч.-изд. л. 2,7. Усл. печ. л. 3,49.  
Тираж 300 экз. Заказ № 630.

Федеральный исследовательский центр  
«Карельский научный центр Российской академии наук»  
Редакционно-издательский отдел  
185003, Петрозаводск, пр. А. Невского, 50